Keysight InfiniiVision 6000 X-Series Oszilloskope

Benutzerhandbuch

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Hinweise

© Keysight Technologies, Inc. 2005-2015

Kein Teil dieses Handbuchs darf in beliebiger Form oder mit beliebigen Mitteln (inklusive Speicherung und Abruf auf elektronischem Wege sowie Übersetzung in eine fremde Sprache) ohne vorherige Zustimmung und schriftliche Einwilligung von Keysight Technologies, Inc. gemäß der Urheberrechtsgesetzgebung in den USA und international reproduziert werden.

Handbuchteilenummer

54609-97018

Ausgabe

2. Ausgabe, September 2015

Gedruckt in Malaysia

Veröffentlicht von:
Keysight Technologies, Inc.
1900 Garden of the Gods Road
Colorado Springs, CO 80907 USA

Revision History

54609-97006, April 2014

54609-97018, September 2015

Garantie

Das in diesem Dokument enthaltene Material wird im vorliegenden Zustand zur Verfügung gestellt und kann in zukünftigen Ausgaben ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Darüber hinaus übernimmt Keysight im gesetzlich maximal zulässigen Rahmen keine Garantien, weder ausdrücklich noch stillschweigend, bezüglich dieses Handbuchs und beliebiger hierin enthaltener Informationen, inklusive aber nicht beschränkt auf stillschweigende Garantien hinsichtlich Marktgängigkeit und Eignung für einen bestimmten Zweck. Keysight übernimmt keine Haftung für Fehler oder beiläufig entstandene Schäden oder Folgesachschäden in Verbindung mit Einrichtung, Nutzung oder Leistung dieses Dokuments oder beliebiger hierin enthaltener Informationen. Falls zwischen Keysight und dem Benutzer eine separate schriftliche Vereinbarung mit Garantiebedingungen bezüglich des in diesem Dokument enthaltenen Materials besteht, die zu diesen Bedingungen im Widerspruch stehen, gelten die Garantiebedingungen in der separaten Vereinbarung.

Technologielizenzen

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird unter einer Lizenz bereitgestellt und kann nur gemäß der Lizenzbedingungen verwendet oder kopiert werden.

Rechte von Behörden der USA

Die Software ist „kommerzielle Computersoftware", wie in der Federal Acquisition Regulation („FAR") 2.101 beschrieben. Gemäß FAR 12.212 und 27.405-3 sowie dem Department of Defense FAR Supplement („DFARS") 227.7202 erwerben Behörden der USA kommerzielle Computersoftware unter denselben Bedingungen, unter denen die Software üblicherweise der Öffentlichkeit bereitgestellt wird. Entsprechend stellt Keysight Behören der USA Software unter der standardmäßigen kommerziellen Lizenz bereit, die im Endbenutzer-Lizenzvertrag enthalten ist. Eine Kopie hiervon kann unter www.keysight.com/find/sweula gefunden werden. Die im Endbenutzer-Lizenzvertrag dargelegte Lizenz stellt die ausschließliche Befugnis dar, nach der Behörden der USA die Software verwenden, modifizieren, verteilen oder offenlegen dürfen. Der Endbenutzer-Lizenzvertrag und die darin dargelegte Lizenz erfordern oder erlauben unter anderem nicht, dass Keysight: (1) technische Informationen zu kommerzieller Computersoftware oder Dokumentation zu kommerzieller Computersoftware liefert, die der Öffentlichkeit üblicherweise nicht bereitgestellt wird; oder (2) den Behörden Rechte abtritt oder auf andere Art einräumt, die weiter reichen als die Rechte, die üblicherweise der Öffentlichkeit zum Verwenden, Modifizieren, Reproduzieren, Veröffentlichen, Ausführen, Anzeigen oder Offenlegen von kommerzieller Computersoftware oder von Dokumentation zu kommerzieller Computersoftware eingeräumt werden. Es gelten keine zusätzlichen behördlichen Anforderungen, die über die im Endbenutzer-Lizenzvertrag dargelegten reichen, außer in dem Maße, in dem diese Bedingungen, Rechte oder Lizenzen explizit von allen Anbietern kommerzieller Computersoftware in Übereinstimmung mit FAR und DFARS gefordert werden und ausdrücklich schriftlich anderenorts im Endbenutzer-Lizenzvertrag dargelegt werden. Keysight ist nicht verpflichtet, die Software zu aktualisieren, zu überarbeiten oder auf andere Art und Weise zu modifizieren. Im Hinblick auf technische Daten, wie von FAR 2.101, gemäß FAR 12.211 und 27.404.2 und DFARS 227.7102, definiert, erwerben Behörden der USA nicht mehr als eingeschränkte Rechte, wie in FAR 27.401 oder DFAR 227.7103-5 (c) definiert, wie bei jeglichen technische Daten anwendbar.

VORSICHT

Ein Hinweis mit der Überschrift **VORSICHT** weist auf eine Gefahr hin. Er macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zur Beschädigung des Produkts oder zum Verlust wichtiger Daten führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach einem Hinweis mit der Überschrift **VORSICHT** nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

WARNUNG

Eine WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Sie macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zu Verletzungen oder zum Tod führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach einem Hinweise mit der Überschrift WARNUNG nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

InfiniiVision 6000 X-Series Oszilloskope – Übersicht

Tabelle 1 6000 X-Series – Modellnummern, Bandbreiten, Abtastraten

Modell	Analogkanäle	Digitalkanäle	Bandbreiten-Optionen	Abtastrate (Interleaved, Non-Interleaved)
DSO-X 6002A	2		▪ (keine) = 1 GHz ▪ BW250 = 2,5 GHz ▪ BW400 = 4 GHz ▪ BW600 = 6 GHz	20 GSa/s, 10 GSa/s
DSO-X 6004A	4			
MSO-X 6002A	2	16		
MSO-X 6004A	4	16		

Die Keysight InfiniiVision 6000 X-Series Oszilloskope haben folgende Merkmale:

- 1 GHz, 2,5 GHz, 4 GHz und 6 GHz Bandbreiten-Optionen.

- Digitale Speicheroszilloskop-Modelle (DSO) mit 2 oder 4 Kanälen.
- Mixed-Signal Oszilloskop-Modelle (MSO) mit 2+16 Kanälen und 4+16 Kanälen.

  Ein MSO ermöglicht das Debuggen Ihrer Mixed-Signal-Designs durch gleichzeitige Verwendung von analogen Signalen und eng korrelierten digitalen Signalen. Die 16 digitalen Kanäle haben eine Abtastrate von 1 GSa/s mit einer Umschaltrate von 250 MHz.
- 12,1 Zoll großes kapazitives SVGA-Touchscreen-Display. Durch den Touchscreen wird das Oszilloskop benutzerfreundlicher:
  - Sie können für Wellenformen die Multi-Touch-Gesten *Pinch* und *Streichen* verwenden, um die V/div-Einstellung, Zeit/div-Einstellung oder Verzögerungszeit eines Kanals zu ändern.
  - Sie können die alphanumerischen Tastaturdialogfelder „berühren", um Datei, Bezeichnung, Netzwerk, und Druckernamen einzugeben, anstatt die Softkeys und den Eingabedrehknopf zu benutzen. Eingabedrehknopf.
  - Sie können mit dem Finger über den Bildschirm streichen, um Rechtecke für das Zoomen auf Wellenformen oder zur Einstellung von Zonentriggern zu zeichnen.
  - Berühren Sie das blaue Menüsymbol in der Seitenleiste, um Informationen oder Eingabeelemente-Dialogfelder anzuzeigen. Sie können diese Dialogfelder aus der Seitenleiste ziehen (vom Bildschirm lösen), wenn Sie z. B. Cursorwerte und Messungen gleichzeitig anzeigen möchten.
  - Als Ersatz für die Verwendung der Tasten des vorderen Bedienfelds, Softkeys und Drehknöpfe können Sie weitere Bildschirmbereiche berühren.
- Stimmsteuerungsbefehle für sprachgesteuerte Bedienung.
- Interleaved 4 Mpts oder Nicht-Interleaved 2 Mpts MegaZoom IV Speicher für schnellste Wellenformaktualisierungsraten.
- Alle Knöpfe können gedrückt werden, damit eine schnelle Auswahl getroffen werden kann.
- Triggertypen: Flanke, Flanke-auf-Flanke, Impulsbreite, Bitmuster, OR, Anstiegs-/Abfallzeit, Nte Flanke Burst, niedrige Impulse (Runt), Setup & Hold, Video und Zone.
- Mathematische Wellenformen: Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren, FFT, d/dt, Integrieren, Quadratwurzel, Ax+B, Quadrat, absoluter Wert, dekadischer Logarithmus, natürlicher Logarithmus, exponentiell, exponentiell zur Basis 10, Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Gemittelter Wert,

Glättung, Vergrößern, Max/Min halten, Messungstrend, Chart Logic Bus Timing, Chart Logic Bus State, und Takt-Wiederherstellung.

- Referenzwellenformspeicherort (4) für den Vergleich mit anderen Kanal- oder math. Wellenformen.
- Viele integrierte Messungen und eine Messstatistikanzeige.
- Serielle Dekodierung/Trigger-Optionen für: CAN/LIN, FlexRay, I^2C/SPI, I^2S, UART/RS232, MIL-STD-1553/ARINC 429, SENT und USB. Für die Anzeige serieller Dekodierungspakete ist ein Auflister verfügbar.
- Jitter-Messungsanalyse und Option für Echtzeit-Augenanalyse.
- Analysefunktionen/Optionen einschließlich: Farbkorrektur-Wellenformanalyse, Digitalvoltmeter (DVM) und Zähleroption, Histogrammanzeige/Statistiken, Maskentestoption, Leistungsmessungen und Analyseoption und Präzisionsmessungen sowie mathematische Funktionen.
- Integrierter, lizenzaktivierter 2-Kanal-Wellenformgenerator mit: Arbiträrsignal, Sinus, Rechteck, Sägezahn, Puls, DC, Rauschen, Kardinalsinus, exponentieller Anstieg, exponentieller Abstieg, Kardio und Gaußscher Impuls. Modulierte Wellenformen sind am Wellenformgenerator 1 verfügbar. Dies gilt nicht für Arbiträrsignale, Pulsmodulation, DC, und Signale des Typs Rauschen.
- USB- und LAN-Anschlüsse für problemloses Drucken, Speichern und Freigeben von Daten.
- VGA-Anschluss für die Anzeige des Bildschirms auf einem anderen Monitor.
- Das Oszilloskop verfügt über ein Schnellhilfesystem. Drücken Sie eine beliebige Taste und halten Sie diese gedrückt, um die Schnellhilfe anzuzeigen. Detaillierte Informationen zur Verwendung dieser Schnellhilfe finden Sie in "Zugriff auf die integrierte Schnellhilfe" auf Seite 68.

Weitere Informationen zu den InfiniiVision Oszilloskopen finden Sie unter: www.keysight.com/find/scope

In diesem Handbuch

In diesem Handbuch wird der Betrieb der InfiniiVision 6000 X-Series Oszilloskope beschrieben.

Beachten Sie beim Auspacken und erstmaligen Verwenden des Oszilloskops folgendes Kapitel:	▪ Kapitel 1, “Erste Schritte,” ab Seite 29
Beim Anzeigen von Wellenformen und erfassten Daten:	▪ Kapitel 2, “Horizontal-Steuerelemente,” ab Seite 71 ▪ Kapitel 3, “Vertikal-Steuerelemente,” ab Seite 87 ▪ Kapitel 4, “Mathematische Wellenformen,” ab Seite 99 ▪ Kapitel 5, “Referenzwellenformen,” ab Seite 135 ▪ Kapitel 6, “Digitale Kanäle,” ab Seite 141 ▪ Kapitel 7, “Seriell dekodieren,” ab Seite 159 ▪ Kapitel 8, “Display-Einstellungen,” ab Seite 165 ▪ Kapitel 9, “Bezeichnungen,” ab Seite 177
Beim Einstellen von Triggern und Ändern der Art der Datenerfassung:	▪ Kapitel 10, “Trigger,” ab Seite 183 ▪ Kapitel 11, “Triggermodus/Kopplung,” ab Seite 223 ▪ Kapitel 12, “Erfassungssteuerung,” ab Seite 231
Beim Messen und Analysieren von Daten:	▪ Kapitel 13, “Cursor,” ab Seite 253 ▪ Kapitel 14, “Messungen,” ab Seite 263 ▪ Kapitel 15, “Histogramm,” ab Seite 295 ▪ Kapitel 16, “Farbkorrektur-Wellenform,” ab Seite 305 ▪ Kapitel 17, “Jitter- und Echtzeitaugen-Analyse,” ab Seite 311 ▪ Kapitel 18, “Maskentest,” ab Seite 323 ▪ Kapitel 19, “Digitalvoltmeter und Zähler,” ab Seite 337
Beim Verwenden des integrierten lizenzaktivierten Wellenformgenerators:	▪ Kapitel 20, “Wellenformgenerator,” ab Seite 345
Beim Speichern, Abrufen und Drucken:	▪ Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367 ▪ Kapitel 22, “Drucken (Bildschirme),” ab Seite 383
Beim Verwenden der Dienstprogramme oder der Webschnittstelle:	▪ Kapitel 23, “Dienstprogrammeinstellungen,” ab Seite 389 ▪ Kapitel 24, “Webschnittstelle,” ab Seite 411

Weitere Informationen:	▪ Kapitel 25, “Referenz,” ab Seite 427
Beim Verwenden der lizenzierten seriellen Bustriggerung und der Funktionen der seriellen Dekodierung:	▪ Kapitel 26, “CAN/LIN-Triggerung und serielle Dekodierung,” ab Seite 449 ▪ Kapitel 27, “FlexRay-Triggerung und Serielle Dekodierung,” ab Seite 473 ▪ Kapitel 28, “I2C/SPI-Triggerung und Seriell Dekodieren,” ab Seite 483 ▪ Kapitel 29, “I2S-Triggerung und Serielle Dekodierung,” ab Seite 505 ▪ Kapitel 30, “MIL-STD-1553/ARINC 429 – Triggerung und serielle Dekodierung,” ab Seite 517 ▪ Kapitel 31, “SENT-Triggerung und serielle Dekodierung,” ab Seite 535 ▪ Kapitel 32, “UART/RS232 Triggerung und serielles Dekodieren,” ab Seite 549 ▪ Kapitel 33, “USB 2.0 Triggerung und serielle Dekodierung,” ab Seite 559

HINWEIS

Abgekürzte Anweisungen zum Drücken einiger Tasten und Softkeys

Die Anweisungen zum Drücken einiger Tasten werden in abgekürzter Form dargestellt. Anweisungen zum Drücken von **[Taste1]**, dann **Softkey2** und schließlich **Softkey3** werden folgendermaßen abgekürzt:

Drücken Sie **[Taste1]** > **Softkey2** > **Softkey3**.

Bei den Tasten kann es sich um eine **[Taste]** auf dem vorderen Bedienfeld oder einen **Softkey** handeln. Softkeys sind die sechs Tasten, die sich direkt unterhalb des Displays befinden.

Inhalt

InfiniiVision 6000 X-Series Oszilloskope – Übersicht / 4

In diesem Handbuch / 7

1 Erste Schritte

Prüfen des Verpackungsinhalts / 29

Neigen des Oszilloskops zum komfortableren Betrachten / 32

Einschalten des Oszilloskops / 32

Anschließen von Messsonden am Oszilloskop / 33

⚠ Maximale Eingangsspannung an Analogeingängen / 33

⚠ Versetzen Sie das Oszilloskop-Gehäuse nicht in einen hochohmigen Zustand / 34

Eingeben einer Wellenform / 34

Abrufen des Standard-Setups des Oszilloskops / 34

Verwenden der automatischen Skalierung / 35

Kompensieren passiver Messsonden / 37

Steuerungen und Anschlüsse des vorderen Bedienfelds / 38

Bedienfeldmasken für verschiedene Sprachen / 48

Kennenlernen der Touchscreen-Steuerelemente / 50

Rechtecke für Wellenform-Zoom oder Zonen-Trigger-Konfiguration zeichnen / 51

Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung / 52

Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente. / 54

Seitenleisten-Dialogfelder durch Ziehen lösen / 55
Auswahl von Dialogmenüs und Schließen von Dialogfeldern / 56
Cursor ziehen / 56
Touch-Softkeys und Menüs im Bildschirm / 56
Eingabe von Namen über alphanumerische Tastaturdialogfelder. / 57
Änderung von Wellenform-Offsets durch Ziehen der Erdungsreferenzsymbole / 58
Steuerelemente und Menüs über das Funkensymbol / 59
Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern / 61
Öffnen des Menüs Horizontal und des Dialogfelds für Skalierung/Verzögerung / 61
Zugriff auf das Triggermenü, Änderung des Triggermodus und Öffnen des Dialogfelds Triggerpegel / 62
Verwendung einer USB-Maus und/oder einer Tastatur zur Touchscreen-Steuerung / 63

Lernen Sie die Steuerelemente für die Sprachsteuerung kennen / 63

Anschlüsse an der Geräterückseite / 64

Die Anzeige des Oszilloskops / 66

Zugriff auf die integrierte Schnellhilfe / 68

2 Horizontal-Steuerelemente

So stellen Sie die horizontale Skala (Zeit/Div) ein / 72

So legen Sie die horizontale Verzögerung (Position) fest / 73

Verschieben und Zoomen einzelner oder gestoppter Erfassungen / 74

So ändern Sie den horizontalen Zeitmodus (Normal, XY oder Rollen) / 75
XY-Zeitmodus / 76

So zeigen Sie die gezoomte Zeitbasis an / 79

So ändern Sie die Grob-/Feineinstellung des Knopfs für die horizontale Skalierung / 81

So positionieren Sie die Zeitreferenz (links, Mitte, rechts) / 81

Suchen nach Ereignissen / 82

So stellen Sie eine Suche ein / 82

So kopieren Sie Such-Setups / 83

Navigieren in der Zeitbasis / 84

So navigieren Sie nach Zeit / 84

So navigieren Sie innerhalb von Suchereignissen / 85

So navigieren Sie zwischen Segmenten / 85

3 Vertikal-Steuerelemente

So schalten Sie Wellenformen (Kanal oder Math.) ein oder aus / 88

So passen Sie die vertikale Skalierung an / 89

So passen Sie die vertikale Position an / 89

So legen Sie die Kanalkopplung fest / 90

So legen Sie die Kanaleingangsimpedanz fest / 91

Festlegen einerBandbreitenbegrenzung / 92

So ändern Sie die Grob-/Feineinstellung des Drehknopfs für die vertikale Skalierung / 93

So invertieren Sie eine Wellenform / 93

Einstellen der Messsondenoptionen für den Analogkanal / 94

So legen Sie die Kanaleinheiten fest / 94

So legen Sie die Messsondendämpfung fest / 95

So legen Sie den Messsondenversatz fest / 96

So kalibrieren Sie eine Messsonde / 96

4 Mathematische Wellenformen

So zeigen Sie mathematische Wellenformen an / 99

So passen Sie Skalierung und Offset der math. Wellenform an / 101

Einheiten für Math. Wellenformen / 102

Math. Operatoren / 102

- Addieren oder Subtrahieren / 103
- Multiplikation oder Division / 104

Mathematische Transformationen / 105

- Differenzieren / 105
- Integrieren / 106
- FFT-Spektrum / 109
- Quadratwurzel / 118
- Ax + B / 119
- Quadrat / 120
- Absoluter Wert / 120
- Dekadischer Logarithmus / 121
- Natürlicher Logarithmus / 121
- Exponential / 122
- 10er-Exponentialfunktion / 122

Math. Filter / 123

- Hoch- und Tiefpassfilter / 123
- Gemittelter Wert / 124
- Glättung / 125
- Hüllkurve / 125

Math. Visualisierungen / 126

- Vergrößern / 126
- Max/Min halten / 127
- Messungstrend / 128
- Chart Logic Bus Timing / 129

Chart Logic Busstatus / 130
Taktwiederherstellung / 132

5 Referenzwellenformen

So speichern Sie eine Wellenform an einem Referenzwellenform-Speicherort / 136

So zeigen Sie eine Referenzwellenform an / 136

So skalieren und positionieren Sie Referenzwellenformen / 137

So passen Sie den Referenzwellenformversatz an / 138

So zeigen Sie Referenzwellenforminformationen an / 138

So speichern Sie Referenzwellenformdateien auf einem USB-Speichergerät bzw. rufen sie dort ab / 138

6 Digitale Kanäle

So schließen Sie die digitalen Messsonden an das Messobjekt an / 141

⚠ Messsondenkabel für digitale Kanäle / 142

Erfassen von Wellenformen über die digitalen Kanäle / 145

So zeigen Sie Kanäle über die automatische Skalierung an / 145

Verstehen der Digitalwellenformanzeige / 147

So ändern Sie die angezeigte Größe der Digitalkanäle / 148

Ein- und Ausschalten eines einzelnen Kanals / 148

Ein- und Ausschalten aller digitalen Kanäle / 148

Abwechselndes Ein- und Ausschalten von Kanalgruppen / 148

So ändern Sie den Logikschwellenwert für Digitalkanäle / 149

Neupositionieren eines digitalen Kanals / 149

So zeigen Sie Digitalkanäle als Bus an / 150

Signaltreue digitaler Kanäle: Messsondenimpedanz und -erdung / 154
Eingangsimpedanz / 154
Messsondenerdung / 156
Optimale Vorgehensweisen beim Einsatz von Messsonden / 158

7 Seriell dekodieren

Optionen für die serielle Dekodierung / 159
Auflister / 161
Durchsuchen von Auflister-Daten / 163

8 Display-Einstellungen

So legen Sie die Wellenformintensität fest / 165
Festlegen oder Löschen der Persistenz / 167
So löschen Sie die Anzeige / 169
So wählen Sie den Gitterrastertyp aus / 169
So stellen Sie die Gitterrasterintensität ein / 170
So fügen Sie eine Anmerkung hinzu / 170
So zeigen Sie Wellenformen als Vektoren oder Punkte an / 173
So deaktivieren/aktivieren Sie Anti-Aliasing / 174
Fixieren der Anzeige / 175

9 Bezeichnungen

So schalten Sie das Bezeichnungsdisplay ein oder aus / 177
So weisen Sie einem Kanal eine vordefinierte Bezeichnung zu / 178
So definieren Sie eine neue Bezeichnung / 179
Laden einer Liste von Bezeichnungen aus einer von Ihnen erstellten Textdatei / 181

So setzen Sie die Bezeichnungsbibliothek auf die Werkseinstellung zurück / 182

10 Trigger

Anpassen des Triggerpegels / 185

Erzwingen eines Triggers / 185

Flankentrigger / 186

Trigger Flanke dann Flanke / 188

Impulsbreiten-Trigger / 190

Bitmuster-Trigger / 193

Hex-Bus-Mustertrigger / 196

ODER-Trigger / 196

Anstiegs-/Abfallzeit-Trigger / 198

Nte Flanke Burst-Trigger / 200

Trigger für niedrige Impulse / 201

Setup-und-Halten-Trigger / 203

Video-Trigger / 204

So richten Sie allgemeine Video-Trigger ein / 209

Triggerung auf eine bestimmte Video-Zeile / 210

Triggerung auf alle Synchronisationsimpulse / 212

Triggerung auf ein bestimmtes Teilbild des Videosignals / 213

Triggerung auf alle Teilbilder des Videosignals / 214

Triggerung auf Teilbilder mit ungerader oder gerader Nummer / 215

Serieller Trigger / 218

Zonenqualifizierter Trigger / 219

11 Triggermodus/Kopplung

So wählen Sie den automatischen oder normalen Triggermodus / 224

So wählen Sie die Triggerkopplung aus / 226

So aktivieren bzw. deaktivieren Sie die Trigger-Rauschunterdrückung / 227

So aktivieren bzw. deaktivieren Sie Trigger-HF-Unterdrückung / 228

So stellen Sie den Trigger-Holdoff ein / 228

Externer Triggereingang / 229

⚠ Maximale Spannung am externen Triggereingang des Oszilloskops / 229

12 Erfassungssteuerung

Ausführen und Anhalten, und Durchführen von Einzelerfassungen (Steuerelement) / 231

Übersicht: Sampling / 233

- Sampling-Theorie / 233
- Aliasing / 233
- Oszilloskopbandbreite und Abtastrate / 234
- Oszilloskopanstiegszeit / 237
- Erforderliche Oszilloskopbandbreite / 237
- Speichertiefe und Abtastrate / 238

Auswählen des Erfassungsmodus / 238

- Erfassungsmodus „Normal" / 239
- Spitze erkennen, Erfassungsmodus / 240
- Erfassungsmodus Mittelwertbildung / 243
- Erfassungsmodus „Hohe Auflösung" / 245

Datenerfassungsmodus (Abtasten) / 246

Echtzeitabtastung und Oszilloskop- Bandbreite / 247

In segmentierten Speicher erfassen / 248

Navigieren in den Segmenten / 249

Messungen, Statistiken und unbegrenzte Persistenz mit segmentiertem Speicher / 250

Segmentierbarer Speicher - Zeit für erneute Triggerbereitschaft / 251

Speichern von Daten aus dem segmentierten Speicher / 251

13 Cursor

So führen Sie Cursor-Messungen durch / 254

Beispiele für Cursor-Messungen / 258

14 Messungen

Ausführen automatischer Messungen / 264

Messungen - Zusammenfassung / 266

Snapshot / 270

Spannungsmessungen / 270

Spitze-Spitze / 271

Maximum / 271

Minimum / 272

Amplitude / 272

Dach / 272

Basis / 273

Überschwingen / 273

Vorschwingen / 275

Mittelung / 275

DC RMS / 276

AC RMS / 276

Verhältnis / 278

Zeitmessungen / 278

Periode / 279
Frequenz / 279
Zähler / 280
+ Breite / 281
– Breite / 281
Burst-Breite / 281
Tastgrad / 282
Bitrate / 282
Anstiegszeit / 282
Abfallzeit / 282
Verzögerung / 282
Phase / 284
X bei Min. Y / 286
X bei Max. Y / 286

Zählermessungen / 286
Anzahl positive Impulse / 287
Anzahl negative Impulse / 287
Anzahl steigende Flanken / 287
Anzahl fallende Flanken / 288

Gemischte Messungen / 288
Bereich / 288

Messungsschwellenwerte / 289

Messungsfenster / 291

Messungsstatistiken / 291

Präzisionsmessungen und math. Wellenformen / 294

15 Histogramm

Wellenform-Histogrammkonfiguration / 297
Definition des Histogramm-Grenzwertefensters / 298

Einrichten von Histogrammen für Messungen / 300

Histogramm-Datengrafik / 301

Histogramm-Datenstatistiken / 302

16 Farbkorrektur-Wellenform

Aktivieren einer Farbkorrektur-Wellenform / 307

Farbkorrektur-Themen / 308

17 Jitter- und Echtzeitaugen-Analyse

Einrichtung der Jitter-Analyse / 312

Jitter-Messungen / 315

Daten-TIE / 315

Takt-TIE / 316

N-Periode / 316

Periode-Periode / 317

+Breite bis +Width / 318

-Breite bis -Breite / 318

Echtzeitaugenanalyse / 319

18 Maskentest

So erstellen Sie eine Maske aus einer idealen Wellenform (Automaske) / 323

Maskentest-Setup-Optionen / 326

Maskenstatistiken / 328

So bearbeiten Sie eine Maskendatei manuell / 329

Erstellen einer Maskendatei / 333

Wie wird der Maskentest durchgeführt? / 335

19 Digitalvoltmeter und Zähler

Digitalvoltmeter / 338

Zähler / 340

20 Wellenformgenerator

So wählen Sie Typen und Einstellungen generierter Wellenformen aus / 345

So bearbeiten Sie Arbiträrsignale / 349

Erstellen neuer Arbiträrsignale / 351

Bearbeiten vorhandener Arbiträrsignale / 352

Erfassen anderer Wellenformen für das Arbiträrsignal / 356

So geben Sie den Synchronisationsimpuls des Wellenformgenerators aus / 357

So legen Sie die erwartete Ausgangslast fest / 358

So nutzen Sie die Logik-Voreinstellungen des Signalgenerators / 358

So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Rauschen hinzu / 359

So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Modulation hinzu / 359

So konfigurieren Sie die Amplitudenmodulation (AM) / 361

So konfigurieren Sie die Frequenzmodulation (FM) / 362

So konfigurieren Sie die Frequency-Shift Keying Modulation (FSK) / 364

So stellen Sie die Standardeinstellungen des Wellenformgenerators wieder her / 365

So konfigurieren Sie die Dual-Kanal-Verfolgung / 366

21 Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten)

Speichern von Setups, Bildschirmbildern und Daten / 368

So speichern Sie Setup-Dateien / 370

So speichern Sie BMP- oder PNG-Bilddateien / 370

So speichern Sie CSV-, ASCII XY- oder BIN-Datendateien / 371

Längenbestimmung / 372

So speichern Sie Auflister-Datendateien / 374

So speichern Sie Referenzwellenformdateien auf einem USB-Speichergerät / 374
So speichern Sie Masken / 375
So speichern Sie Arbiträrsignale / 375
So navigieren Sie zwischen Speicherorten / 376
So geben Sie Dateinamen ein / 376
Konfiguration für E-Mail-Versand, Bildschirmabbildungen, oder Daten / 377
Abruf von Setups, Masken oder Daten / 378
So rufen Sie Setup-Dateien ab / 379
So rufen Sie Maskendateien ab / 379
So rufen Sie Referenzwellenformdateien von einem USB-Speichergerät ab / 380
So rufen Sie Arbiträrsignale ab / 380
Abrufen des Standard-Setups / 381
Durchführen eines sicheren Löschens / 381

22 Drucken (Bildschirme)

So drucken Sie die Anzeige des Oszilloskops / 383
So richten Sie Netzwerkdruckerverbindungen ein / 385
So legen Sie Druckoptionen fest / 386
So legen Sie die Palettenoption fest / 387

23 Dienstprogrammeinstellungen

E/A-Schnittstelleneinstellungen / 389
Einrichten der LAN-Verbindung des Oszilloskops / 390
Herstellen einer LAN-Verbindung / 391
Eigenständige (Punkt-zu-Punkt-) Verbindung mit einem PC / 392
Datei-Explorer / 393

Festlegung der Voreinstellungen des Oszilloskops / 395
So wählen Sie „erweitern über" Mitte oder Signal-Null-Linie aus / 396
So deaktivieren/aktivieren Sie transparente Hintergründe / 396
Festlegung der Optionen für Spracherkennung und Sprecher / 396
So richten Sie den Bildschirmschoner ein / 398
Festlegen der Einstellungen zur automatischen Skalierung fest / 399
Jitter-freier Trigger / 400
Einstellen der Uhr des Oszilloskops / 400
Einstellen der rückwärtigen TRIG OUT-Quelle / 401
Festlegung des Referenzsignalmodus / 401
So stellen Sie dem Oszilloskop einen Abtasttakt zur Verfügung / 402
⚠ Maximale Eingangsspannung am REF-Anschluss mit 10 MHz / 402
So synchronisieren Sie die Zeitbasis zweier oder mehrerer Instrumente / 403
Aktivierung der Remote-Befehl-Protokollierung / 404
Ausführen von Serviceaufgaben / 405
So führen Sie die benutzerdefinierte Kalibrierung durch / 406
So führen Sie einen Hardware-Selbsttest durch / 407
So führen Sie einen Selbsttest des vorderen Bedienfelds durch / 407
Anzeigen von Informationen zum Oszilloskop / 407
Anzeigen des Benutzerkalibrierungsstatus / 408
So reinigen Sie das Oszilloskop / 408
So überprüfen Sie den Status der Garantie und des erweiterten Wartungsservice / 408
Kontaktaufnahme mit Keysight / 408

So senden Sie das Gerät zurück / 409

Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle / 409

24 Webschnittstelle

Zugriff auf die Webschnittstelle / 412

Browser Web Control / 413

Full Scope Remote Front Panel / 414

Screen Only Remote Front Panel / 415

Tablet-Remote-Bedienfeld / 416

Fernsteuerung über die Webschnittstelle / 417

Fernprogrammierung mit Keysight IO Libraries / 418

Speichern/Abrufen / 419

Speichern von Dateien über die Webschnittstelle / 419

Abruf von Dateien über die Webschnittstelle / 420

Bild erfassen / 421

Identifikationsfunktion / 422

Geräte-Dienstprogramme / 423

Einstellen eines Kennworts / 425

25 Referenz

Technische Daten und Merkmale / 427

Messkategorie / 427

Oszilloskop-Messkategorie / 428

Messkategoriedefinitionen / 428

Transientenfestigkeit / 429

⚠ Maximale Eingangsspannung an Analogeingängen / 429

⚠ Maximale Eingangsspannung an Digitalkanälen / 429

Umgebungsbedingungen / 429

Messsonden und Zubehör / 430
- Passive Messsonden / 431
- Einpolige aktive Messsonden / 431
- Differentialmesssonden / 432
- Strommesssonden / 433
- Verfügbares Zubehör / 434

Laden von Lizenzen und Anzeigen der Lizenzinformationen / 435
- Verfügbare Lizenzoptionen / 436
- Weitere verfügbare Optionen / 437
- Upgrade zu MSO / 438

Software- und Firmware-Updates / 438

Binärdatenformat (.bin) / 438
- Binärdaten in MATLAB / 439
- Kopfzeilenformat der Binärdatei / 440
- Beispielprogramm zum Lesen von Binärdaten / 442
- Beispiele für Binärdateien / 443

CSV- und ASCII-XY-Dateien / 445
- CSV- und ASCII-XY-Dateistruktur / 446
- Mindest- und Höchstwerte in CSV-Dateien / 446

Über diese Ausgabe / 447

26 CAN/LIN-Triggerung und serielle Dekodierung

Setup für CAN/CAN FD Signale / 449

Laden und Anzeigen von CAN-Symbolikdaten / 453

CAN/CAN FD Triggering / 454

CAN/CAN FD Seriell Dekodieren / 456
- Interpretieren der CAN/CAN FD-Dekodierung / 458
- CAN-Totalisator / 459

Interpretieren von CAN-Auflisterdaten / 461
Suchen nach CAN-Daten im Auflister / 462
Setup für LIN-Signale / 463
Laden und Anzeigen von LIN-Symbolikdaten / 464
LIN-Trigger / 465
LIN-Seriell Dekodieren / 468
Interpretieren der LIN-Dekodierung / 469
Interpretieren von LIN-Auflisterdaten / 471
Suchen nach LIN-Daten im Auflister / 472

27 FlexRay-Triggerung und Serielle Dekodierung

Einrichtung für FlexRay-Signale / 473
FlexRay-Triggerung / 474
Triggerung bei FlexRay-Frames / 475
Triggerung bei FlexRay-Fehlern / 476
Triggerung bei FlexRay-Ereignissen / 477
FlexRay – Serielle Dekodierung / 477
Interpretieren der FlexRay-Dekodierung / 479
FlexRay-Totalisator / 479
Interpretieren von FlexRay-Auflisterdaten / 480
Suchen nach FlexRay-Daten im Auflister / 481

28 I2C/SPI-Triggerung und Seriell Dekodieren

Setup für I2C-Signale / 483
I2C-Triggerfunktion / 484
I2C-Serielle Dekodierung / 489
Interpretieren der I2C-Dekodierung / 490
Interpretieren von I2C-Auflisterdaten / 491
Suchen nach I2C-Daten im Auflister / 492

Setup für SPI-Signale / 493

SPI-Triggern / 497

SPI-Seriell Dekodieren / 499

Interpretieren der SPI-Dekodierung / 501

Interpretieren von SPI-Auflisterdaten / 502

Suchen nach SPI-Daten im Auflister / 503

29 I2S-Triggerung und Serielle Dekodierung

Setup für I2S-Signale / 505

I2S-Triggerung / 508

I2S-Seriell Dekodieren / 511

Interpretieren von I2S-Dekodierung / 513

Interpretieren von I2S-Auflisterdaten / 514

Suchen nach I2S-Daten im Auflister / 515

30 MIL-STD-1553/ARINC 429 – Triggerung und serielle Dekodierung

Einrichtung für MIL-STD-1553-Signale / 517

MIL-STD-1553-Triggerung / 519

MIL-STD-1553 – Serielle Dekodierung / 520

Interpretieren der MIL-STD-1553-Dekodierung / 521

Interpretieren von MIL-STD-1553-Auflisterdaten / 523

Suchen nach MIL-STD-1553-Daten im Auflister / 524

Konfiguration für ARINC 429-Signale / 525

ARINC 429-Triggerung / 527

ARINC 429 – Serielle Dekodierung / 528

Interpretieren der ARINC 429-Dekodierung / 531

ARINC 429-Totalisator / 532

Interpretieren von ARINC 429-Auflisterdaten / 533

Suchen nach ARINC 429-Daten im Auflister / 534

31 SENT-Triggerung und serielle Dekodierung

Setup für SENT-Signale / 535

SENT-Trigger / 540

SENT Seriell Dekodieren / 542

Interpretieren der SENT-Dekodierung / 543
Interpretieren der SENT-Auflisterdaten / 546
Suchen nach SENT-Daten in den Auflister / 548

32 UART/RS232 Triggerung und serielles Dekodieren

Setup für UART/RS232-Signale / 549

UART/RS232-Triggern / 551

UART/RS232 Serielles Dekodieren / 553

Interpretieren des UART/RS232-Dekodierens / 555
UART/RS232-Totalisator / 556
Interpretieren der UART/RS232-Auflisterdaten / 557
Suchen nach UART/RS232-Daten im Auflister / 557

33 USB 2.0 Triggerung und serielle Dekodierung

Einrichtung für ARINC 2.0-Signale / 559

USB 2.0 Triggerung / 561

USB 2.0 – Serielle Dekodierung / 563

Interpretieren der USB 2.0 Dekodierungsanzeige / 565
Interpretieren von USB 2.0-Auflisterdaten / 567
Suchen nach ARINC 2.0-Daten im Auflister / 568

Index

1 Erste Schritte

Prüfen des Verpackungsinhalts / 29
Neigen des Oszilloskops zum komfortableren Betrachten / 32
Einschalten des Oszilloskops / 32
Anschließen von Messsonden am Oszilloskop / 33
Eingeben einer Wellenform / 34
Abrufen des Standard-Setups des Oszilloskops / 34
Verwenden der automatischen Skalierung / 35
Kompensieren passiver Messsonden / 37
Steuerungen und Anschlüsse des vorderen Bedienfelds / 38
Kennenlernen der Touchscreen-Steuerelemente / 50
Lernen Sie die Steuerelemente für die Sprachsteuerung kennen / 63
Anschlüsse an der Geräterückseite / 64
Die Anzeige des Oszilloskops / 66
Zugriff auf die integrierte Schnellhilfe / 68

In diesem Kapitel werden die Schritte bei der erstmaligen Benutzung des Oszilloskops beschrieben.

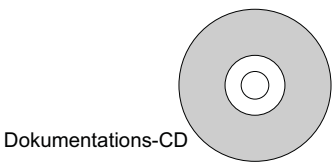
Prüfen des Verpackungsinhalts

- Prüfen Sie die Versandverpackung auf Schäden.

  Falls der Versandkarton beschädigt ist, bewahren Sie den Karton und das Polstermaterial auf, bis Sie überprüft haben, ob die Lieferung vollständig und das Oszilloskop mechanisch und elektrisch in Ordnung ist.

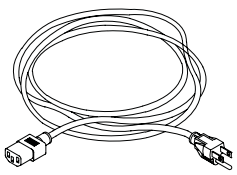
- Überprüfen Sie, ob die folgenden Teile und das von Ihnen bestellte vorhanden sind:
  - InfiniiVision 6000 X-Series Oszilloskop.
  - Netzkabel (Typ ist abhängig vom Ursprungsland).
  - Oszilloskop-Messsonden:
    - Zwei Messsonden für 2-Kanalmodelle
    - Vier Messsonden für 4-Kanalmodelle
  - Digitalmesssondensatz (nur MSO-Modelle).
  - Dokumentation als CD-ROM

InfiniiVision 6000X-Series Oszilloskop

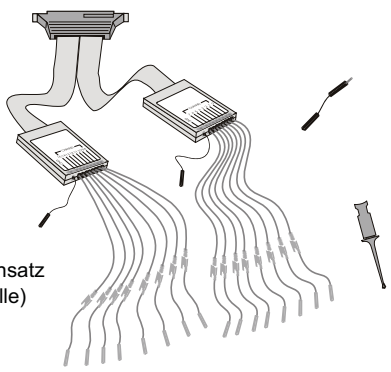


Dokumentations-CD

N2894A Tastköpfe
(Menge 2 oder 4)



Stromkabel
(abhängig vom
Ursprungsland)

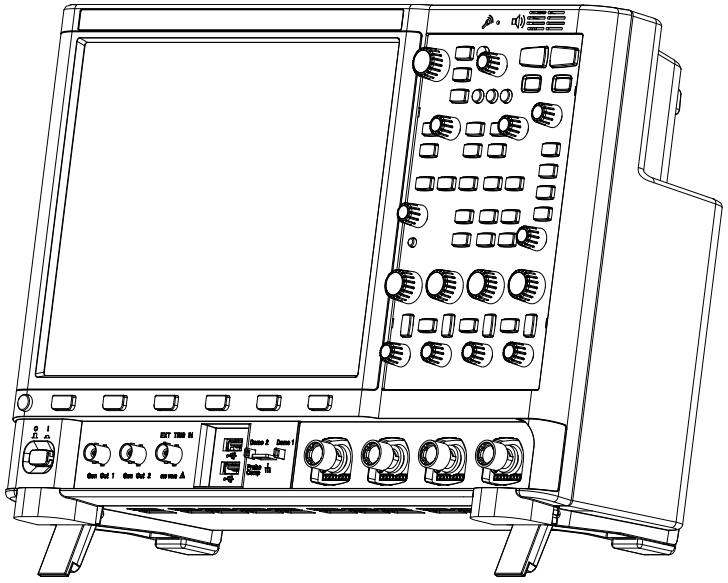


N2756-60001
Digitalmesssondensatz
(nur MSO-Modelle)

Siehe auch · "Verfügbares Zubehör" auf Seite 434

Neigen des Oszilloskops zum komfortableren Betrachten

Unter den vorderen Füßen des Oszilloskops befinden sich weitere ausklappbare Füße, die zum Neigen des Oszilloskops ausgeklappt werden können.



Einschalten des Oszilloskops

Spannungsversorgungsanforderungen

Leitungsspannung, Frequenz und Leistung:

- 100-120 Vac, 50/60/400 Hz
- 100-240 Vac, 50/60 Hz
- 200 W max.

Lüftungsanforderungen

Die Be- und Entlüftungsbereiche dürfen nicht blockiert sein. Für die sachgerechte Kühlung ist eine ungehinderte Luftzufuhr erforderlich. Achten Sie stets darauf, dass Zu- und Abluft ungehindert strömen kann.

Die Luft wird von einem Ventilator an der linken Seite und Unterseite des Oszilloskops angesaugt und nach hinten ausgestoßen.

Falls Sie das Oszilloskop in einer Gestellvorrichtung nutzen, lassen Sie an den Seiten des Geräts mindestens 50 mm und über sowie hinter dem Gerät mindestens 100 mm Freiraum.

So schalten Sie das Oszilloskop ein

1 Stecken Sie das Netzkabel in das Netzanschlussmodul auf der Rückwand des Oszilloskops. Stecken Sie das andere Ende des Netzkabels in eine geeignete Netzsteckdose. Achten Sie darauf, dass das Netzkabel nicht durch die Füße des Oszilloskops eingeklemmt wird.

2 Das Netzteil des Oszilloskops stellt sich automatisch auf die jeweilige Netzspannung ein. Diese muss im Bereich von 100 bis 240 VAC liegen. Das mitgelieferte Netzkabel entspricht den Normen des Bestimmungslandes.

WARNUNG **Verwenden Sie stets ein geerdetes Netzkabel. Setzen Sie die Erdung des Netzkabels nicht außer Kraft.**

3 Drücken Sie den Netzschalter.

Der Ein-/Aus-Schalter befindet sich auf der Frontplatte unten links. Das Oszilloskop führt einen Selbsttest durch und ist in wenigen Sekunden betriebsbereit.

Anschließen von Messsonden am Oszilloskop

1 Schließen Sie die Oszilloskopsonde an einem BNC-Anschluss an.

2 Schließen Sie die einziehbare Hakenspitze der Messsonde an den gewünschten Punkt des zu testenden Stromkreises oder Geräts an. Achten Sie darauf, dass die Erdungsleitung der Messsonde an einen Erdungspunkt am Stromkreis angeschlossen ist.

VORSICHT ⚠ Maximale Eingangsspannung an Analogeingängen

300 Vrms, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk

50Ω Eingang: 5 Vrms verfügt deshalb über einen Eingangsschutz von 50 Ω und die 50 Ω-Ladung schaltet sich aus, sobald 5 Vrms überschritten wird. Abhängig von der Zeitkonstante des Signals, können jedoch die Eingänge trotzdem beschädigt werden. Der 50 Ω-Eingangsschutz funktioniert nur bei eingeschaltetem Oszilloskop.

VORSICHT ⚠ Versetzen Sie das Oszilloskop-Gehäuse nicht in einen hochohmigen Zustand

Durch die Unterbrechung der Erdung und ein nicht geerdetes Gehäuse entstehen vermutlich ungenaue Messungen und das Gerät könnte beschädigt werden. Die Erdungsleitung der Messsonde ist an das Oszilloskop-Gehäuse und an den Erdungsdraht des Stromkabels angeschlossen. Wenn Sie zwischen zwei spannungsführenden Punkten Messungen vornehmen müssen, verwenden Sie eine Differentialmesssonde mit genügend Dynamikbereich.

WARNUNG **Ignorieren Sie nicht den Schutzmechanismus der Oszilloskop-Erdung. Das Oszilloskop muss über sein Stromkabel geerdet sein. Bei einer Unterbrechung der Erdung besteht die Gefahr eines Stromschlags.**

Eingeben einer Wellenform

Das erste Signal, das dem Oszilloskop zugeführt werden muss, ist das Demo 2, Messsondenkomp.-Signal. Dieses Signal dient zum Kompensieren von Messsonden.

1. Schließen Sie eine Messsonde von Kanal 1 an den Anschluss **Demo 2** (Probe Comp) auf dem vorderen Bedienfeld an.
2. Schließen Sie die Erdungsleitung der Messsonde an den Erdungsanschluss an. Dieser befindet sich neben dem Anschluss **Demo 2**.

Abrufen des Standard-Setups des Oszilloskops

So rufen Sie das Standard-Setup des Oszilloskops auf:

1. Drücken Sie **[Default Setup] Standard-Setup**.

Die Einstellungen des Oszilloskops werden auf die Standardeinstellungen zurückgesetzt. Hierdurch wird das Oszilloskop in den ursprünglichen Betriebszustand versetzt. Die wichtigsten Grundeinstellungen lauten:

Tabelle 2 Einstellungen der Standardkonfiguration

Horizontal	Modus Normal, 100 µs/div Skalierung, Verzögerungszeit 0 s, Zeitreferenz Center.
Vertikal (Analog)	Kanal 1 eingeschaltet, 5 V/div-Skalierung, DC-Kopplung, Position 0 V, Impedanz 1 MΩ.
Trigger	Flanken-Trigger, autom. Triggermodus, 0 V Pegel, Kanal 1 Quelle, DC-Kopplung, steigende Flanke, Holdoff-Zeit 40 ns.
Display	Persistenz ausgeschaltet, 20% Rasterhelligkeit, 50% Signalintensität.
Sonstige Angaben	Erfassungsmodus Normal, **[Run/Stop] Start/Stopp** zum Ausführen, Cursor und Messungen ausgeschaltet.
Bezeichnungen	Alle in der Label Library erstellten benutzerdefinierten Bezeichnungen bleiben erhalten (werden nicht gelöscht). Die Kanalbezeichnungen werden jedoch auf die Originalnamen zurückgesetzt.

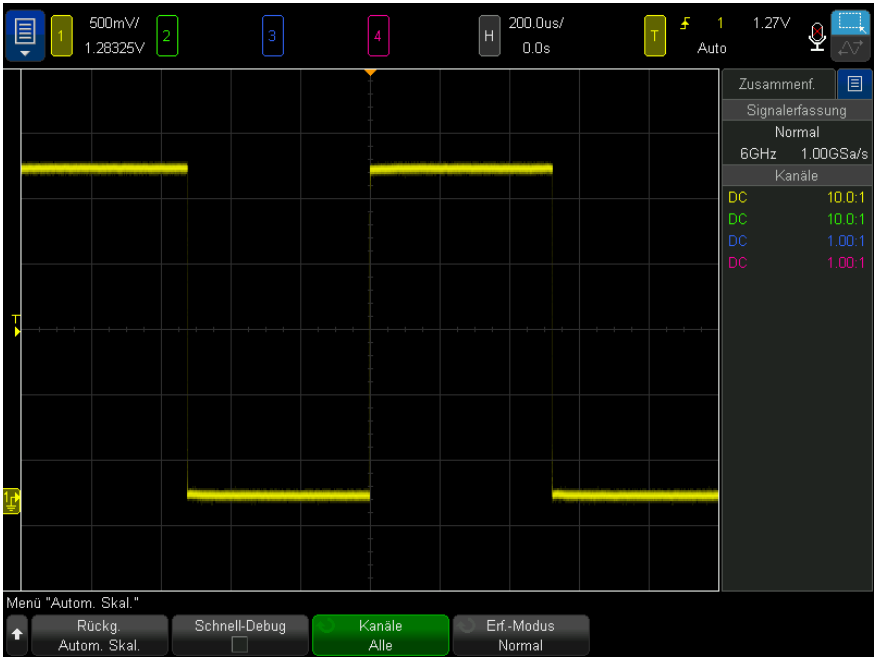
Im Menü Speichern/Abrufen sind auch Optionen verfügbar, mit denen die vollständigen werkseitigen Standardeinstellungen wiederhergestellt (siehe "Abrufen des Standard-Setups" auf Seite 381) werden können oder eine sichere Löschung (siehe "Durchführen eines sicheren Löschens" auf Seite 381) vorgenommen werden kann.

Verwenden der automatischen Skalierung

Mit **[Auto Scale] Auto-Skal.** wird das Oszilloskop automatisch so konfiguriert, dass die Eingangssignale optimal angezeigt werden.

1 Drücken Sie **[Auto Scale] Auto-Skal.**

Auf dem Oszilloskop sollte in etwa folgende Wellenform zu sehen sein:



2 Wenn Sie zu den vorherigen Oszilloskopeinstellungen zurückkehren möchten, drücken Sie **Rückg. Autom. Skal.**.

3 Wenn Sie die automatische Skalierung „Schnell-Debug" aktivieren, die automatisch skalierten Kanäle ändern oder den Erfassungsmodus während der automatischen Skalierung beibehalten möchten, drücken Sie **Schnell-Debug**, **Kanäle** oder **Erf.-Modus**.

   Hierbei handelt es sich um dieselben Softkeys, die auch im Menü Autom. Skal. Voreinstellungen angezeigt werden. Siehe “Festlegen der Einstellungen zur automatischen Skalierung fest" auf Seite 399.

Wenn zwar die Wellenform angezeigt, jedoch die Rechteckwelle nicht in der korrekten Form dargestellt wird, führen Sie die unter “Kompensieren passiver Messsonden" auf Seite 37 beschriebenen Schritte durch.

Wird die Wellenform nicht angezeigt, stellen Sie sicher, dass die Messsonde auf dem vorderen Bedienfeld fest mit dem Kanaleingang an der BNC-Buchse und auf der linken Seite mit dem Messsondenkomp.-Anschluss Demo 2 verbunden ist.

Die Autoscale-Funktion

Bei der automatischen Skalierung werden die Wellenformen an jedem Kanal und am externen Triggereingang analysiert. Hierzu gehören auch gegebenenfalls angeschlossene digitale Kanäle.

Die automatische Skalierfunktion findet und skaliert jeden Kanal mit einer periodischen Wellenform mit einer Frequenz von mindestens 25 Hz, einem Tastgrad von mehr als 0,5 % und einer Amplitude von mindestens 10 mV Spitze-Spitze. Kanäle, an denen kein Signal gefunden wurde, werden deaktiviert.

Zur Auswahl der Triggerquelle werden die folgenden Eingänge in der angegebenen Reihenfolge nach einer gültigen Wellenform abgesucht: externer Triggereingang, Analogkanäle (beginnend mit der niedrigsten Nummer) und schließlich (falls digitale Messsonden angeschlossen sind) der Digitalkanal mit der höchsten Nummer.

Bei der automatischen Skalierung wird die Verzögerungszeit auf 0,0 Sekunden eingestellt und der Trigger modus Flanke gewählt. Die horizontale Zeit-/Div-Einstellung (Wobbelgeschwindigkeit) ist eine Funktion des Eingangssignals (etwa zwei Perioden des Triggersignals auf dem Bildschirm).

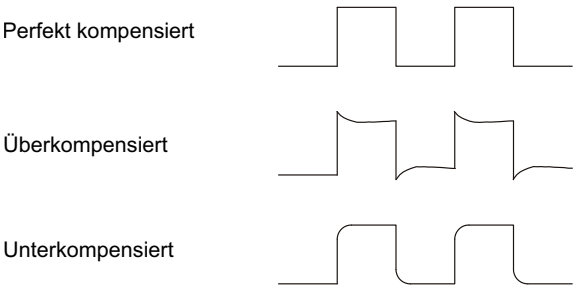
Kompensieren passiver Messsonden

Jede passive Messsonde eines Oszilloskops muss kompensiert werden, um den Eingangscharakteristiken des Oszilloskopkanals zu entsprechen, an den es angeschlossen ist. Schlecht kompensierte Messsonden können zu deutlichen Messfehlern führen.

1. Eingang des Messsonden-Kompensationssignals (siehe “Eingeben einer Wellenform" auf Seite 34).
2. Drücken Sie **[Default Setup] Standard-Setup** zum Abrufen des standardmäßigen Oszilloskop-Setups (siehe “Abrufen des Standard-Setups des Oszilloskops" auf Seite 34).
3. Drücken Sie **[Auto Scale] Auto-Skal.** zur automatischen Konfiguration des Oszilloskops für das Messsonden-Kompensationssignal (siehe “Verwenden der automatischen Skalierung" auf Seite 35).
4. Drücken Sie die Taste des Kanals, mit dem die Messsonde verbunden ist (**[1]**, **[2]** etc.).
5. Drücken Sie im Menü Kanal den Softkey **Messsonde**.
6. Drücken Sie im Menü Kanalmesssonde **Messsonde überprüfen** und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.

Verwenden Sie ggf. ein nichtmetallisches Werkzeug (im Lieferumfang der Sonde) zur Anpassung des Trimmerkondensators an der Sonde für den flachsten möglichen Impuls.

Bei N2894A Messsonden befindet sich der Trimmerkondensator an der BNC-Anschlussbuchse.



7 Schließen Sie Messsonden an alle übrigen Kanäle des Oszilloskops an (an Kanal 2 bei einem 2-Kanal-Oszilloskop oder an die Kanäle 2, 3 und 4 bei einem 4-Kanal-Oszilloskop).

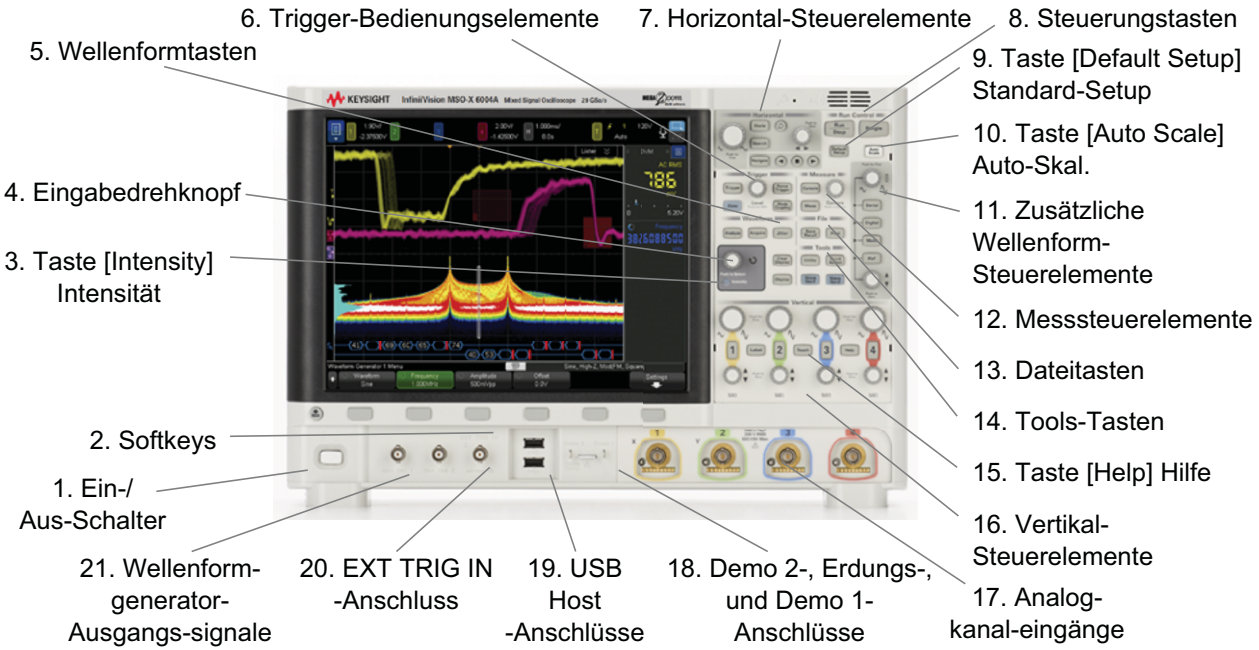
8 Wiederholen Sie für jeden Kanal das Verfahren.

Steuerungen und Anschlüsse des vorderen Bedienfelds

Beim vorderen Bedienfeld bezieht sich *Taste* auf alle Tasten (Knöpfe), die gedrückt werden können.

Softkey bezieht sich spezifisch auf die sechs Tasten direkt unter der Anzeige. Die Legende für diese Tasten befindet sich direkt über den Tasten in der Anzeige. Diese Softkeys besitzen wechselnde Funktionen, je nachdem in welchem Menü des Oszilloskops man sich befindet.

Für die folgende Abbildung gelten die nummerierten Beschreibungen in der Tabelle unter der Abbildung.



1.	Netzschalter	Drücken Sie zum Einschalten einmal und zum Ausschalten zweimal auf den Ein-/Aus-Schalter. Siehe "Einschalten des Oszilloskops" auf Seite 32.
2.	Softkeys	Die Funktionen dieser Tasten ändern sich entsprechend der Menüs, die auf dem Display direkt oberhalb der Tasten angezeigt werden. Die Back Taste Zurück/Nach oben verschiebt die Softkey-Menühierarchie nach oben. Am oberen Ende der Hierarchie schaltet die Taste Zurück/Nach oben Back die Menüs aus, und die Oszilloskopinformationen werden angezeigt.

3.	Taste **[Intensity]** **Intensität**	Drücken Sie die Taste, um sie zu aktivieren. Wenn die Taste leuchtet, drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Wellenformintensität anzupassen. Die Intensität kann ähnlich wie bei einem analogen Oszilloskop geändert werden, um die Signaldetails hervorzuheben. Die Wellenformintensität für Digitalkanäle ist nicht einstellbar. Weitere Informationen über die Verwendung der Intensitätssteuerung zur Anzeige der Signaldetails finden Sie auf "So legen Sie die Wellenformintensität fest" auf Seite 165.
4.	Eingabedrehknopf	Mit dem Eingabedrehknopf können Menüelemente ausgewählt und Werte geändert werden. Die Funktion des Eingabedrehknopfs ändert sich je nach der aktuellen Menü- und Softkey-Auswahl. Beachten Sie, dass das gebogene Pfeilsymbol über dem Eingabedrehknopf aufleuchtet, wenn der Eingabedrehknopf für die Auswahl eines Wertes verwendet werden kann. Außerdem können Sie, wenn das Symbol des Eingabedrehknopfs auf einem Softkey angezeigt wird, den Eingabedrehknopf für die Auswahl von Werten einsetzen. Oft reicht das Drehen des Eingabedrehknopfs aus, um eine Auswahl zu treffen. Gelegentlich können Sie den Eingabedrehknopf drücken, um eine Auswahl zu aktivieren oder zu deaktivieren. Durch Drücken des Eingabedrehknopfs werden außerdem Popup-Menüs ausgeblendet.

5.	Wellenformtasten	**[Analyze] Analyse** Taste – Drücken Sie diese Taste, um auf Analysefunktionen zuzugreifen, wie: ▪ Einstellung des Triggerpegels. ▪ Einstellung für den Messungsschwellwert. ▪ Die Anwendung DSOX6USBSQ für USB 2.0 zur Analyse der Signalqualität. ▪ Automatische Einstellung und Anzeige für Video-Triggerung. ▪ Farbkorrektur-Wellenformanzeige (siehe Kapitel 16, “Farbkorrektur-Wellenform,” ab Seite 305). ▪ Zähler (DVMCTR) (siehe “Zähler" auf Seite 340). ▪ Digitalvoltmeter (DVMCTR) (siehe “Digitalvoltmeter" auf Seite 338). ▪ Histogramm der Wellenformen oder Messungen (siehe Kapitel 15, “Histogramm,” ab Seite 295). ▪ Maskentests (siehe Kapitel 18, “Maskentest,” ab Seite 323). ▪ Die Anwendung DSOX6PWR für Leistungsmessung und Analyse. ▪ Präzisionsmessungen und mathematische Funktionen (siehe “Präzisionsmessungen und math. Wellenformen" auf Seite 294). ▪ Echtzeitanalyse (mit der DSOX6JITTER-Upgradelizenz für die Jitter-Analyse, siehe “Echtzeitaugenanalyse" auf Seite 319). Mit der Taste **[Acquire]** Erfassen können Sie die Erfassungsmodi Normal, Spitze erkennen, Mittelwertbildung oder Hohe Auflösung festlegen (siehe “Auswählen des Erfassungsmodus" auf Seite 238) sowie segmentierten Speicher verwenden (siehe “In segmentierten Speicher erfassen" auf Seite 248). Die Taste **[Jitter] Jitter** ermöglicht die Einrichtung einer Jitter-Analyse (siehe Kapitel 17, “Jitter- und Echtzeitaugen-Analyse,” ab Seite 311). **[Clear Display] Anzeige löschen** Taste – Drücken Sie diese Taste, um die Erfassungsdaten aus der Oszilloskopanzeige zu entfernen. Mit der **Taste** [Display] Anzeige können Sie auf das Menü zugreifen, in dem Sie die Persistenz aktivieren (siehe “Festlegen oder Löschen der Persistenz" auf Seite 167), das Display löschen und die Intensität des Anzeigegitters (Rasters) einstellen können (siehe “So stellen Sie die Gitterrasterintensität ein" auf Seite 170).
6.	Trigger-Steuerelemente	Mithilfe dieser Bedienungselemente können Sie die Art der Triggerung bestimmen. Siehe hierzu Kapitel 10, “Trigger,” ab Seite 183 und Kapitel 11, “Triggermodus/Kopplung,” ab Seite 223.

7.	Horizontal-Steuerelemente	Zu den Horizontal-Steuerelementen gehören: ▪ Knopf für horizontale Skalierung Drehen Sie den Knopf im Abschnitt Horizontal, der mit gekennzeichnet ist, um die Zeit-/Div-Einstellung (Ablenkungsgeschwindigkeit) einzustellen. Die Symbole unter diesem Knopf weisen darauf hin, dass die Wellenform mit diesem Steuerelement anhand der horizontalen Skala verkleinert oder vergrößert werden kann. ▪ Drehknopf für horizontale Position – Drehen Sie den Knopf mit der Markierung ◀▶, um die Wellenformdaten horizontal zu verschieben. Dadurch kann die erfasste Wellenform vor (Drehen des Drehknopfes im Uhrzeigersinn) oder nach (Drehen des Drehknopfes entgegen dem Uhrzeigersinn) dem Triggern angezeigt werden. Wenn Sie die Wellenform verschieben, während das Oszilloskop angehalten ist (sich nicht im Ausführungsmodus befindet), werden die Wellenformdaten der letzten Datenerfassung angezeigt. ▪ **Taste** [Horiz] Horiz - Drücken Sie diese Taste, um das Horizontalmenü zu öffnen, wo Sie die Modi XY und Rollen auswählen, den Zoom aktivieren oder deaktivieren, die horizontale Zeit-/Div-Feineinstellung aktivieren oder deaktivieren sowie den Trigger-Zeitreferenzpunkt auswählen. ▪ Zoom- Taste – Drücken Sie die Zoomtaste, um die Anzeige des Oszilloskops in die Bereiche Normal und Zoom zu unterteilen, ohne das Menü Horizontal zu öffnen . ▪ **Taste** [Search] Suchen – Ermöglicht Ihnen die Suche nach Ereignissen in den erfassten Daten. ▪ **[Navigate]** Tasten – Drücken Sie diese Tasten, um durch die erfassten Daten (Zeit), Suchereignisse oder Erfassungen mit segmentiertem Speicher zu navigieren. Siehe “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter Kapitel 2, “Horizontal-Steuerelemente,” ab Seite 71.

8.	Steuerungstasten zur Ausführung	Wenn die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp** grün angezeigt wird, ist das Oszilloskop aktiv und erfasst Daten, wenn die Triggerbedingungen erfüllt werden. Um die Datenerfassung anzuhalten, drücken Sie **[Run/Stop] Start/Stopp**. Ist die Taste **Start/Stopp [Run/Stop]** rot, wurde die Datenerfassung angehalten. Um die Datenerfassung zu starten, drücken Sie **[Run/Stop] Start/Stopp**. Zum Erfassen und Anzeigen einer einzelnen Erfassung drücken Sie (unabhängig davon, ob das Oszilloskop aktiv ist) die Taste **[Single] Einzeln**. Die Taste **[Single] Einzeln** wird gelb angezeigt, bis das Oszilloskop ausgelöst wird. Weitere Informationen siehe “Ausführen und Anhalten, und Durchführen von Einzelerfassungen (Steuerelement)" auf Seite 231.
9.	Taste **[Default Setup] Standard-Setup**	Drücken Sie diese Taste, um die Standardeinstellungen des Oszilloskops wiederherzustellen. (Einzelheiten hierzu finden Sie unter “Abrufen des Standard-Setups des Oszilloskops" auf Seite 34).
10.	Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.**Auto-Skal., Taste	Wenn Sie die Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.** drücken, bestimmt das Oszilloskop die aktiven Kanäle. Diese werden dann zur Anzeige der Eingabesignale eingeschaltet und skaliert. Siehe hierzu “Verwenden der automatischen Skalierung" auf Seite 35.

11.	Zusätzliche Wellenformsteuerelemente	Die zusätzlichen Wellenformsteuerelemente bestehen aus: ▪ Taste **[Math] Math** – Stellt mathematische Wellenformfunktionen (Addieren, Subtrahieren usw.) bereit. Siehe Kapitel 4, “Mathematische Wellenformen,” ab Seite 99. ▪ Taste **[Ref] Ref** – Stellt Referenzwellenformfunktionen bereit. Referenzwellenformen sind gespeicherte Wellenformen, die angezeigt und für Vergleiche mit anderen Analogkanal- oder Math-Wellenformen herangezogen werden können. Ebenso können Messungen auf Referenzwellenformen erfolgen. Siehe Kapitel 5, “Referenzwellenformen,” ab Seite 135. ▪ **Taste** [Digital] Digital – Drücken Sie diese Taste, um Digitalkanäle ein- oder auszuschalten (der Pfeil links leuchtet auf). Wenn der Pfeil links der Taste **[Digital] Digital** leuchtet, können mit dem oberen Multiplex-Knopf einzelne Digitalkanäle ausgewählt werden (werden rot hervorgehoben). Mit dem unteren Multiplex-Knopf kann der ausgewählte Digitalkanal positioniert werden. Wenn eine Messkurve über einer bestehenden Messkurve neu positioniert wird, wechselt der Indikator am linken Rand der Messkurve von der Bezeichnung **D**nn (wobei n eine ein- oder zweistellige Kanalnummer von 0 bis 15 ist) zu **D***. „*" weist darauf hin, dass zwei oder mehrere Kanäle sich überlagern. Sie können den oberen Knopf drehen, um einen überlagerten Kanal zu wählen, und dann den unteren Knopf drehen, um ihn wie jeden anderen Kanal zu positionieren. Weitere Informationen über Digitalkanäle finden Sie unter Kapitel 6, “Digitale Kanäle,” ab Seite 141. ▪ **Taste** [Serial] Seriell – Diese Taste dient zur Aktivierung der seriellen Dekodierung. Der Multiplex-Skalenknopf und der Multiplex-Positionsknopf werden bei der seriellen Dekodierung nicht verwendet. Weitere Informationen über die serielle Dekodierung finden Sie unter Kapitel 7, “Seriell dekodieren,” ab Seite 159. ▪ Multiplex-Skalenknopf Dieser Skalenknopf wird für Math-, Ref- oder Digital-Wellenformen verwendet, abhängig davon, neben welcher Wellenform links der Pfeil leuchtet. Für mathematische und Referenzwellenformen funktioniert der Skalenknopf wie ein vertikaler Skalenknopf für Analogkanal. ▪ Multiplex-Positionsknopf Dieser Positionsknopf wird für Math-, Ref- oder Digital-Wellenformen verwendet, abhängig davon, neben welcher Wellenform links der Pfeil leuchtet. Für mathematische und Referenzwellenformen funktioniert der Positionsknopf wie ein vertikaler Positionsknopf für Analogkanal.

12.	Messsteuerelemente	Zu den Messsteuerelementen gehören: ▪ Cursorknopf – Drücken Sie diesen Knopf, um Cursor aus einem Popup-Menü auszuwählen. Nachdem das Popup-Menü (entweder durch Zeitüberschreitung oder durch erneutes Drücken des Knopfes) geschlossen wurde, drehen Sie den Knopf, um die Position des ausgewählten Cursors einzustellen. ▪ Taste **[Cursors] Cursor** – Drücken Sie diese Taste zum Öffnen eines Menüs, in dem Sie Cursormodus und -quelle auswählen können. ▪ **[Meas] Mess.** Taste – Drücken Sie diese Taste, um auf eine Reihe vordefinierter Messungen zuzugreifen. Siehe Kapitel 14, “Messungen,” ab Seite 263.
13.	Dateitasten	Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen** zum Speichern oder Abrufen einer Wellenform oder einer Anordnung. Siehe Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367. **Die Taste** [Print] Drucken öffnet das Menü Druckkonfiguration, sodass Sie die angezeigten Wellenformen drucken können. Siehe Kapitel 22, “Drucken (Bildschirme),” ab Seite 383.
14.	Tools-Tasten	Zu den Tools-Tasten gehören: ▪ Taste **[Utility] Hilfsprg.** – Drücken Sie diese Taste, um auf das Menü Hilfsprogramm zuzugreifen. In diesem Menü können Sie die E/A-Einstellungen des Oszilloskops konfigurieren, den Datei-Explorer verwenden, Einstellungen festlegen, auf das Menü Service zugreifen und andere Optionen auswählen. Siehe Kapitel 23, “Dienstprogrammeinstellungen,” ab Seite 389. ▪ Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** – Drücken Sie diese Taste, um den ausgewählten Schnellbefehl durchzuführen: Alle Messungen - Snapshot, Drucken, Speichern, Abrufen, Fixieren der Anzeige und vieles mehr. Siehe “Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409. ▪ **[Wave Gen 1] Generator 1**, **[Wave Gen 2] Generator 2** Tasten – Drücken Sie diese Tasten, um auf die Funktionen des Wellenformgenerators zuzugreifen. Siehe Kapitel 20, “Wellenformgenerator,” ab Seite 345.
15.	Taste **[Help] Hilfe**Hilfe, Taste	Öffnet das Menü Hilfe, in dem Sie eine Übersicht der Hilfethemen anzeigen und die Sprache auswählen können. Siehe auch “Zugriff auf die integrierte Schnellhilfe" auf Seite 68.

16.	Vertikal-Steuer elemente	Zu den Vertikal-Steuerelementen gehören: ▪ Tasten zum Ein-/Ausschalten von Analogkanälen – Mit diesen Tasten schalten Sie einen Kanal ein bzw. aus oder greifen auf die Softkeys im Menü eines Kanals zu. Für jeden Analogkanal gibt es eine Taste zum Ein- und Ausschalten des Kanals. ▪ Knopf für vertikale Skalierung Für jeden Kanal gibt es Knöpfe mit der Kennzeichnung . Mit diesen Knöpfen ändern Sie die vertikale Empfindlichkeit (Verstärkung) für die einzelnen Analogkanäle. ▪ Knopf für vertikale Positionierung – Mit diesen Knöpfen ändern Sie die vertikale Position eines Kanals auf dem Display. Für jeden Analogkanal gibt es eine Steuerung für die vertikale Position. ▪ Taste **[Label] Bez.** – Rufen Sie mit dieser Taste das Menü Bezeichnung auf. Hier können Sie Bezeichnungen für die angezeigten Messkurven eingeben. Siehe hierzu Kapitel 9, “Bezeichnungen,” ab Seite 177. ▪ **[Touch] Berühren** Taste – Drücken Sie diese Taste, um den Touchscreen zu deaktivieren/aktivieren. Weitere Informationen siehe Kapitel 3, “Vertikal-Steuerelemente,” ab Seite 87.
17.	Analogkanalein gänge	An diesen BNC-Anschlüssen werden Oszilloskop-Messsonden oder BNC-Kabel angeschlossen. Bei den Oszilloskopen der InfiniiVision 6000 X-Serie können Sie die Eingangsimpedanz der Analogkanäle auf 50 Ω oder 1 MΩ festlegen. Siehe hierzu “So legen Sie die Kanaleingangsimpedanz fest" auf Seite 91. Die Oszilloskope der InfiniiVision 6000 X-Serie besitzen auch eine „AutoProbe"-Schnittstelle. Die Schnittstelle verfügt genau unterhalb der BNC-Buchse über eine Reihe von Kontakten für den Datenaustausch zwischen dem Oszilloskop und der Messsonde. Wird eine kompatible Messsonde an das Oszilloskop angeschlossen, legt die AutoProbe-Schnittstelle die Messsonde fest und die Oszilloskop-Parameter (Einheiten, Offset, Dämpfung, Kopplung und Impedanz) werden entsprechend eingestellt.

18.	Anschlüsse Demo 2, Erdung und Demo 1	▪ Anschluss Demo 2– Dieser Anschluss gibt das „Probe Comp"-Signal aus, mit dem Sie die Eingangskapazität einer Messsonde mit dem angeschlossenen Oszilloskopkanal abgleichen können. Siehe "Kompensieren passiver Messsonden" auf Seite 37. Bei bestimmten Lizenzmerkmalen kann das Oszilloskop an diesem Anschluss auch Demo- oder Trainingssignale ausgeben. ▪ –Erdungsanschluss Verwenden Sie den Erdungsanschluss für Oszilloskop-Messsonden, die an den Anschlüssen Demo 1 oder Demo 2 angeschlossen sind. ▪ Anschluss Demo 1– Bei bestimmten Lizenzmerkmalen kann das Oszilloskop an diesem Anschluss Demo- oder Trainingssignale ausgeben.
19.	USB-Hostanschluss	Diese Anschlüsse dienen dazu, ein USB-Massenspeichergerät, Drucker, Maus oder eine Tastatur an das Oszilloskop anzuschließen. Schließen Sie ein USB-kompatibles Massenspeichergerät (Flash-Laufwerk, Diskettenlaufwerk etc.) an, um die Oszilloskop-Setup-Dateien und Referenzwellenformen zu speichern oder abzurufen oder um Daten und Bildschirmbilder zu speichern. Siehe Kapitel 21, "Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten)," ab Seite 367. Schließen Sie zum Drucken einen USB-kompatiblen Drucker an. Weitere Informationen über den Druckvorgang finden Sie unter Kapitel 22, "Drucken (Bildschirme)," ab Seite 383. Außerdem können Sie den USB-Anschluss zum Aktualisieren der Systemsoftware des Oszilloskops verwenden, sobald Updates zur Verfügung stehen. Zum Entfernen des USB-Massenspeichergeräts vom Oszilloskop müssen keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden (es muss nicht deaktiviert werden). Wenn Sie das USB-Massenspeichergerät nicht mehr brauchen, entfernen Sie es einfach und ziehen Sie den Stecker heraus. **VORSICHT: ⚠ Schließen Sie am USB-Hostport des Oszilloskops keinen Hostcomputer an.** Nutzen Sie hierzu den Geräteanschluss. Ein Hostcomputer erkennt das Oszilloskop als Gerät. Verbinden Sie daher den Hostcomputer mit dem Geräteanschluss des Oszilloskops (auf der Rückseite). Siehe "E/A-Schnittstelleneinstellungen" auf Seite 389. Auf der Rückseite befindet sich ein dritter USB-Hostanschluss.
20.	EXT TRIG IN-Anschluss	Externer Trigger-Eingang (BNC-Anschluss). Erläuterung dieses Merkmals siehe "Externer Triggereingang" auf Seite 229.

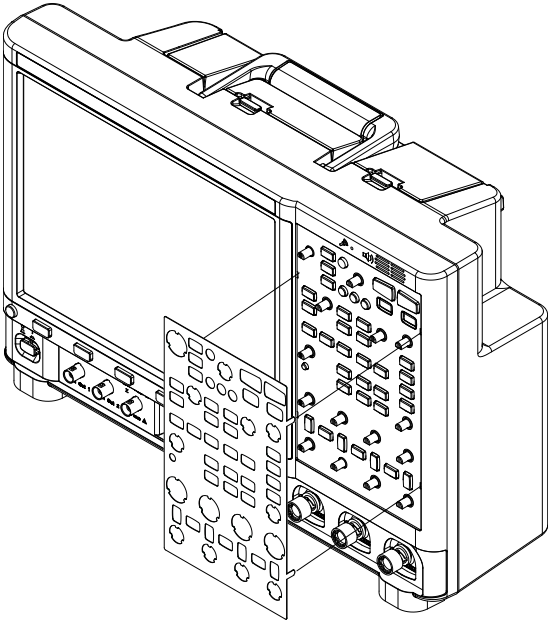
21.	Wellenformgenerator-Ausgangssignale	Der integrierte, lizenzaktivierte Wellenformgenerator mit zwei Kanälen kann an den BNC-Anschlüssen der Ausgänge Gen Out 1 oder Gen Out 2 folgende Signaltypen ausgeben: Arbiträrsignale, Sinus, Rechteck, Sägezahn, Puls, DC, Rauschen, Kardinalsinus, exponentieller Anstieg, exponentieller Abstieg, Kardio oder Gaußscher Puls. Modulierte Wellenformen sind an WaveGen1 (uGenerator 1) verfügbar. Dies gilt nicht für Arbiträrsignale, Pulsmodulation, DC, und Signale des Typs Rauschen. Drücken Sie **[Wave Gen 1] Generator 1** oder **[Wave Gen2] Generator 2** Tasten, um den Wellenformgenerator zu konfigurieren. Siehe Kapitel 20, “Wellenformgenerator,” ab Seite 345.

Bedienfeldmasken für verschiedene Sprachen

Bedienfeldmasken mit Übersetzungen für die englischsprachigen Bedienfeldtasten und Bezeichnungen stehen in zehn Sprachen zur Verfügung. Die entsprechende Maske wird zur Verfügung gestellt, wenn die Lokalisierungsoption beim Einkauf angegeben wird.

Installieren einer Bedienfeldmaske:

1. Ziehen Sie vorsichtig die Knöpfe auf dem Bedienfeld ab.
2. Setzen Sie die Laschen an der Seite der Maske in die entsprechenden Einschübe auf dem Bedienfeld ein.



3 Bringen Sie die Knöpfe wieder am Bedienfeld an.

Bedienfeldmasken können über folgende Teilenummern von www.parts.keysight.com bestellt werden:

Sprache	2-Kanal-Maske	4-Kanal-Maske
Französisch	54608-94314	54609-94314
Deutsch	54608-94313	54609-94313
Italienisch	54608-94315	54609-94315
Japanisch	54608-94317	54609-94317
Koreanisch	54608-94312	54609-94312
Portugiesisch	54608-94318	54609-94318
Russisch	54608-94319	54609-94319
Vereinfachtes Chinesisch	54608-94310	54609-94310
Spanisch	54608-94316	54609-94316
Traditionelles Chinesisch	54608-94311	54609-94311

Kennenlernen der Touchscreen-Steuerelemente

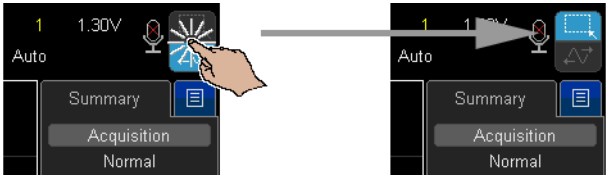
Wenn die Taste **[Touch] Berühren** leuchtet, können Sie das Oszilloskop durch Berühren unterschiedlicher Bildschirmbereiche steuern. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- "Rechtecke für Wellenform-Zoom oder Zonen-Trigger-Konfiguration zeichnen" auf Seite 51
- "Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung" auf Seite 52
- "Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54
- "Seitenleisten-Dialogfelder durch Ziehen lösen" auf Seite 55
- "Auswahl von Dialogmenüs und Schließen von Dialogfeldern" auf Seite 56
- "Cursor ziehen" auf Seite 56
- "Touch-Softkeys und Menüs im Bildschirm" auf Seite 56
- "Eingabe von Namen über alphanumerische Tastaturdialogfelder." auf Seite 57
- "Änderung von Wellenform-Offsets durch Ziehen der Erdungsreferenzsymbole" auf Seite 58

- "Steuerelemente und Menüs über das Funkensymbol" auf Seite 59
- "Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern" auf Seite 61
- "Öffnen des Menüs Horizontal und des Dialogfelds für Skalierung/Verzögerung" auf Seite 61
- "Zugriff auf das Triggermenü, Änderung des Triggermodus und Öffnen des Dialogfelds Triggerpegel" auf Seite 62
- "Verwendung einer USB-Maus und/oder einer Tastatur zur Touchscreen-Steuerung" auf Seite 63

Rechtecke für Wellenform-Zoom oder Zonen-Trigger-Konfiguration zeichnen

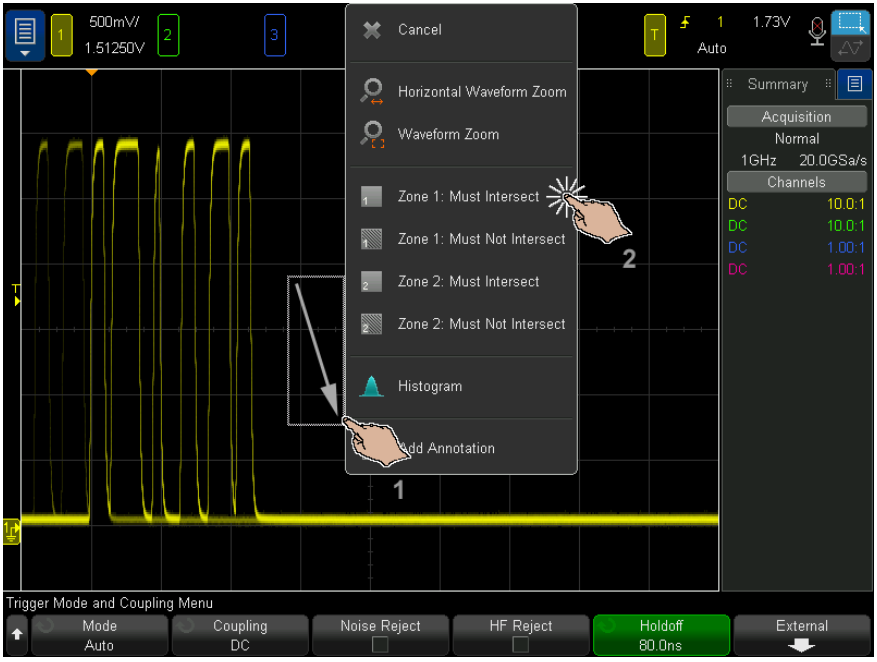
1 Berühren Sie die Ecke oben rechts, um den Modus für das Zeichnen von Rechtecken zu aktivieren.



2 Führen Sie den Finger über den Bildschirm, um ein Rechteck zu zeichnen.

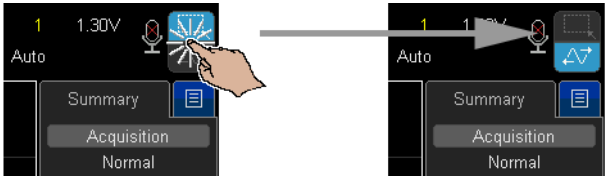
3 Nehmen Sie den Finger vom Bildschirm.

4 Berühren Sie die gewünschte Option im Popup-Menü.

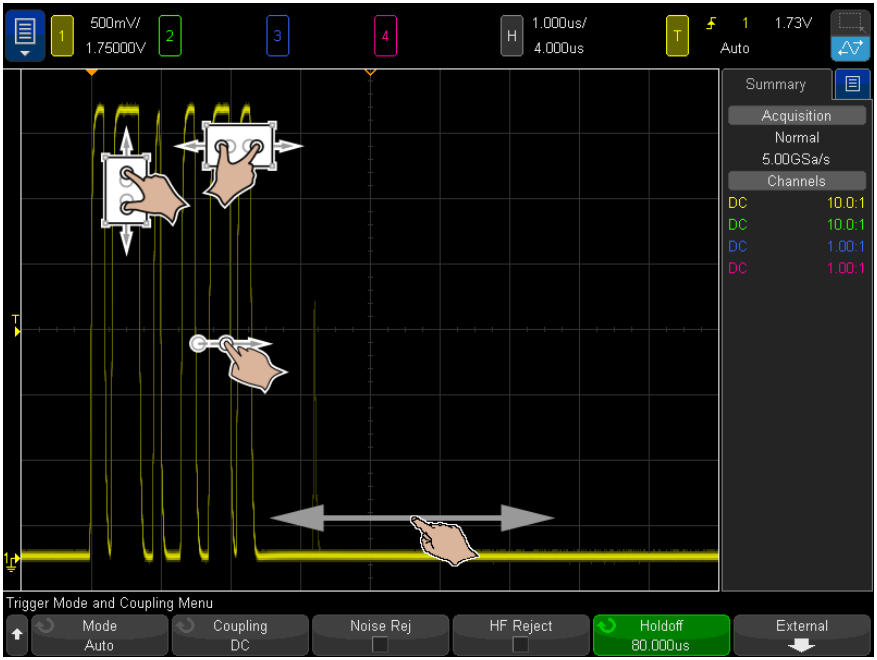


Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung

1 Berühren Sie die Ecke oben rechts, um den Modus für die Auswahl des Wellenform-Ziehmodus zu aktivieren.

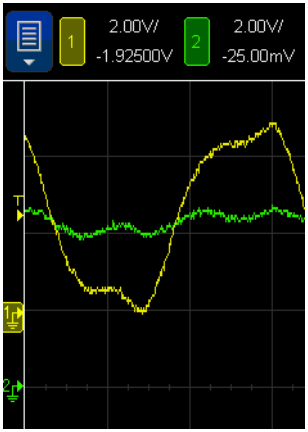


2 Wenn der Modus für das Ziehen von Wellenformen ausgewählt ist, können Sie folgende Touch-Gesten verwenden:



- Pinch - vergrößert die gewünschte Wellenform. Eine horizontale Pinch-Geste ändert gleichzeitig die Einstellungen für Zeit/div und Verzögerung - für "nicht mittiges Zoomen" ist das effizienter als die Verwendung von Schaltern. Eine vertikale Pinch-Geste ändert gleichzeitig die Einstellungen für V/div und Offset einer Wellenform.

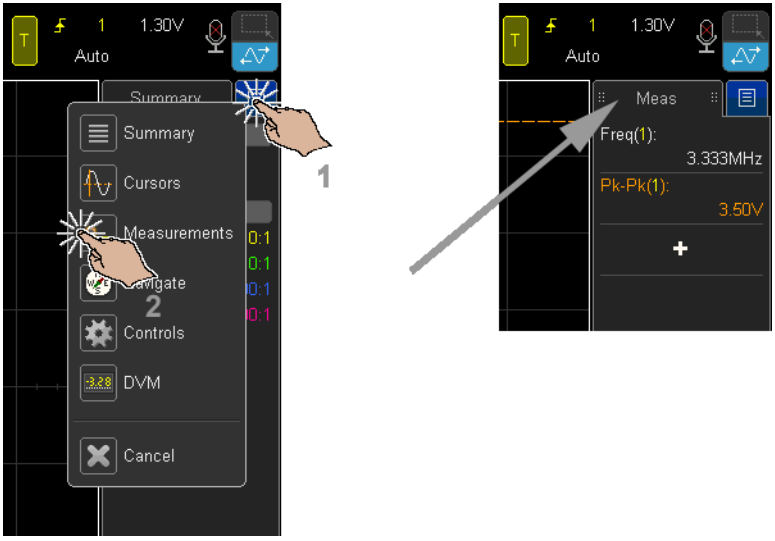
  Zur Auswahl von Wellenformen berühren Sie sie. Die Wellenform, die horizontal zur Berührungsposition am nächsten liegt, wird ausgewählt. Die gewählte Wellenform wird durch den Erdungs-Marker mit gefülltem Hintergrund angegeben (Kanal 1 im folgenden Beispiel).



- Streichen - erlaubt sehr schnelles Blättern in Wellenformen. Ähnelt dem Blättern auf Tablets und Smartphones. Es ist viel einfacher zu streichen, als ständig an einem Schaltknopf zu drehen.
- Ziehen - Ziehen Sie den Finger über den Bildschirm, um die horizontal Verzögerung zu ändern.

Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente.

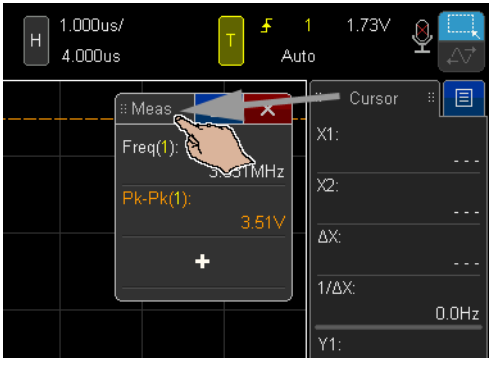
1. Berühren Sie das blaue Menüsymbol in der Seitenleiste.
2. Berühren Sie im Popup-Menü den Typ der Informationen oder Steuerelemente, die Sie in der Seitenleiste anzeigen möchten.



Seitenleisten-Dialogfelder durch Ziehen lösen

Seitenleisten-Dialogfelder können gelöst und an eine beliebige Position verschoben werden.

1 Ziehen Sie den Seitenleisten-Dialogfeldtitel an einen beliebigen Ort.



So können Sie mehrere Typen von Informationen oder Steuerelementen gleichzeitig anzeigen.

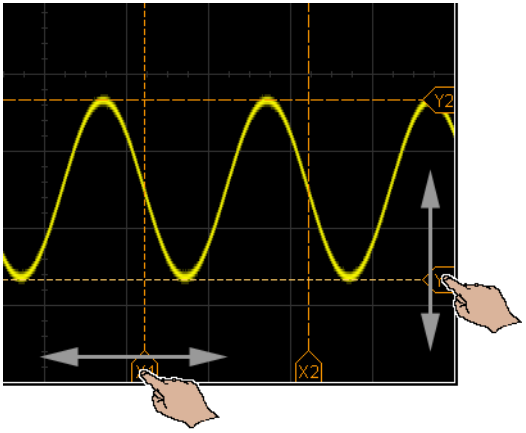
Auswahl von Dialogmenüs und Schließen von Dialogfeldern

- Berühren Sie das blaue Menüsymbol im Dialogfeld, um Optionen zu erhalten.

- Berühren Sie das rote "X"-Symbol, um einen Dialog zu schließen.

Cursor ziehen

Werden Cursor angezeigt, können Sie zur Positionierung der Cursor an den Namensziehpunkten ziehen.

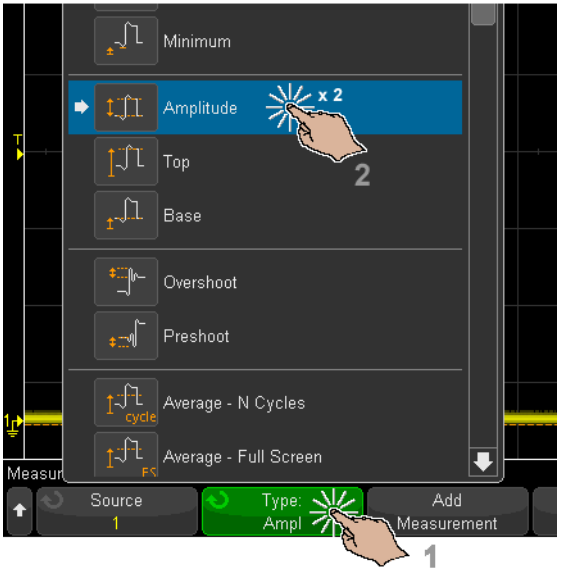


Touch-Softkeys und Menüs im Bildschirm

- Berühren Sie die Softkey-Bezeichnungen, um sie auszuwählen.

Dies entspricht dem Drücken der Softkeys.

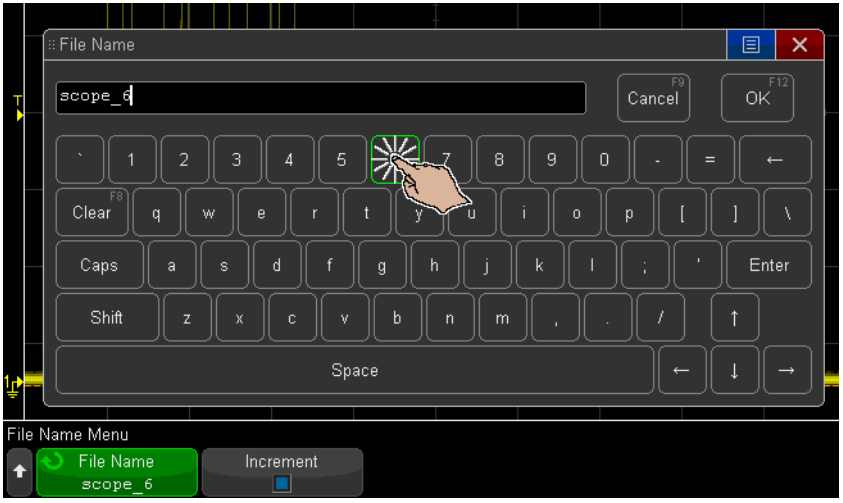
- Optionen in den Menüs der Softkeys werden durch doppeltes Berühren ausgewählt.



Das ist möglicherweise einfacher, als ein Menüelement über den Eingabedrehknopf auszuwählen.

Eingabe von Namen über alphanumerische Tastaturdialogfelder.

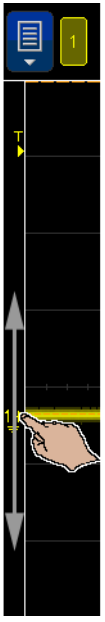
Einige Softkeys öffnen alphanumerische Dialogfelder, die Ihnen das Berühren zur Eingabe von Namen ermöglichen.



Änderung von Wellenform-Offsets durch Ziehen der Erdungsreferenzsymbole

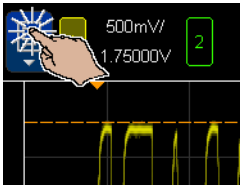
Wenn der Cursor-Modus für Ziehen ausgewählt ist, können Sie Wellenformen nach oben oder unten ziehen, um das vertikale Offset zu ändern.

Sie können vertikale Offsets jederzeit ändern, indem Sie Erdungs-Marker und Bezeichnungen ziehen, selbst wenn der Modus für Rechteckzeichnen aktiviert ist.

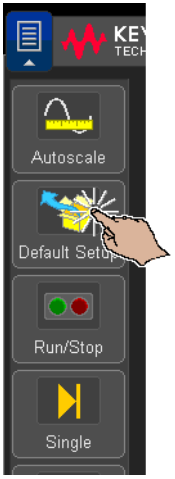


Steuerelemente und Menüs über das Funkensymbol

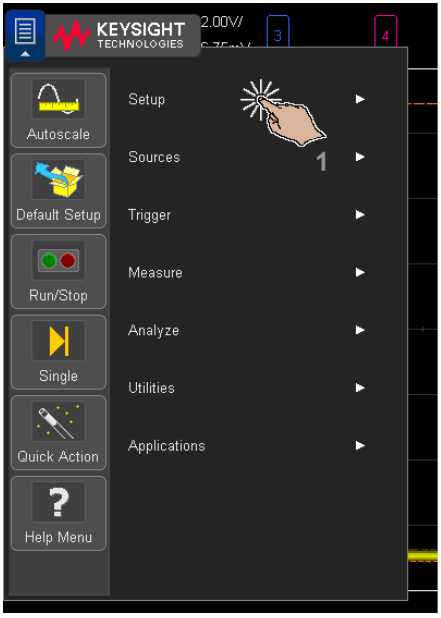
1 Berühren Sie das Funkensymbol oben links, um das Hauptmenü zu öffnen.

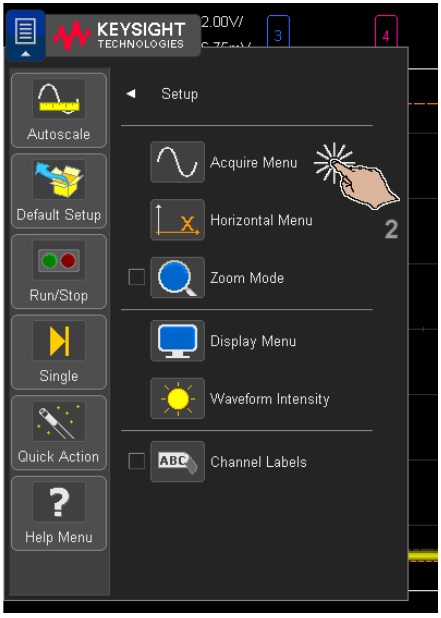


2 Berühren Sie die Steuerelemente auf der linken Seite, um Oszilloskop-Funktionen durchzuführen.



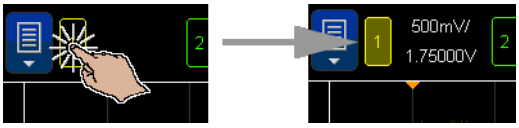
3 Berühren Sie die Menü- und Untermenüelemente, um Menüs und zusätzliche Steuerelemente zu öffnen.



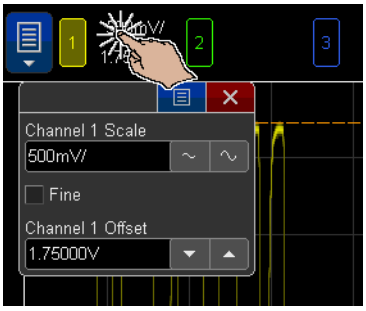


Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern

- Berühren Sie die Kanalnummern, um sie ein- oder auszuschalten.

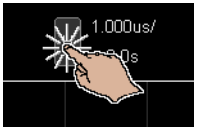


- Sind die Kanäle eingeschaltet, berühren Sie die Skalierungs- und Offset-Werte, um ein Dialogfeld für die Änderung zu öffnen.

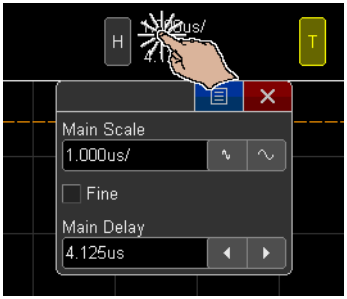


Öffnen des Menüs Horizontal und des Dialogfelds für Skalierung/Verzögerung

- Berühren Sie „H", um auf das Menü Horizontal zuzugreifen.

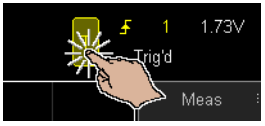


- Berühren Sie die Werte für horizontale Skalierung und Verzögerung, um ein Dialogfeld für die Änderung anzuzeigen.

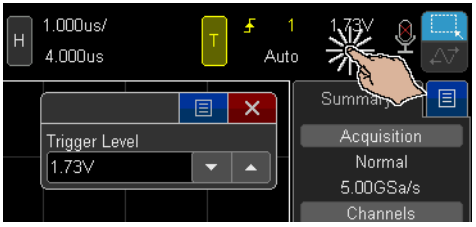


Zugriff auf das Triggermenü, Änderung des Triggermodus und Öffnen des Dialogfelds Triggerpegel

- Berühren Sie „T", um das Triggermenü zu öffnen.



- Berühren Sie die Triggerpegel-Werte, um ein Dialogfeld für die Änderung zu öffnen.



- Berühren Sie „Auto" oder „Getrigg.", um den Triggermodus schnell umzuschalten.

Verwendung einer USB-Maus und/oder einer Tastatur zur Touchscreen-Steuerung

Durch Anschluss einer USB-Maus erhalten Sie einen Mauszeiger in der Anzeige. Durch Klicken und Ziehen mit der Maus können Sie dieselben Funktionen wie durch Berühren und Ziehen des Fingers über das Display ausführen.

Wenn Sie eine USB-Tastatur anschließen, können Sie damit Werte in alphanumerischen Tastaturdialogfeldern eingeben.

Lernen Sie die Steuerelemente für die Sprachsteuerung kennen

Sprachsteuerung ist eine wertvolle Funktion für das Blättern in den Signalen des getesteten Geräts, wobei die Hände benutzt werden, um Tastköpfe unten zu halten. Die Anzahl der Sprachbefehle ist begrenzt, damit man sie sich gut merken kann.

In der Ecke oben rechts in der Anzeige sehen Sie ein Symbol, von dem der Status der Spracherkennung beschrieben wird:

- bedeutet, dass die Spracherkennung nicht aktiv ist.
- bedeutet, dass die Spracherkennung aktiv ist, aber nur auf den Aktivierungsbefehl hört.
- bedeutet, dass die Spracherkennung auf Befehle hört.

Zur Aktivierung der Spracherkennung tippen Sie auf das Symbol und drücken (im Menü Audio) den Softkey **Spracherkennung**.

Der erste Bildschirm zeigt eine Liste von Befehlen und umfasst einige kurze Erklärungen. Es gibt auch einen kleineren Hilfebildschirm, der die Befehle einfach auflistet.

Wenn Sie die Sprachbefehlliste vergessen haben, sprechen Sie am besten den Befehl "Hilfe".

Hinweise zur Spracherkennung

Die Erkennung wird durch Rauschen vom Gerät meist nicht beeinträchtigt, sie ist jedoch reduziert, wenn andere Personen sprechen. Verwenden Sie ein USB-Headset, wenn andere Personen in der Nähe sprechen.

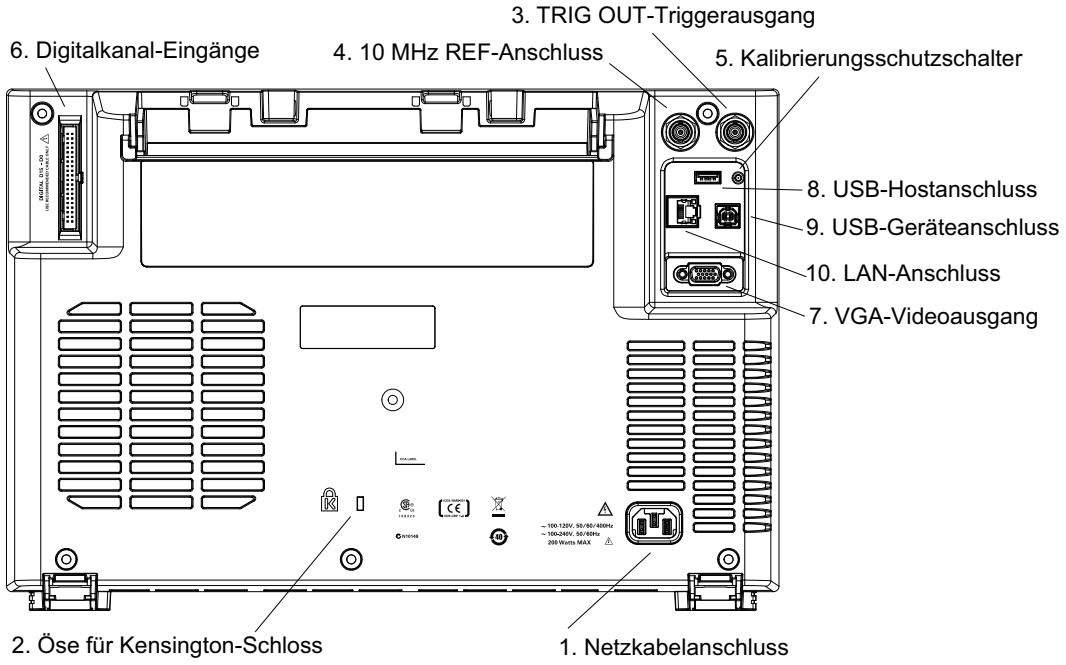
Es empfiehlt sich, mit normaler Geschwindigkeit zu sprechen. Wenn Sie langsam oder mit langen Pausen sprechen, ist die Erkennung reduziert, ebenso wenn Sie zu schnell sprechen.

Die Spracherkennung verwendet Sprecheranpassung. Diese Einstellung wird bei jedem Sprecherwechsel zurückgesetzt, es empfiehlt sich daher, nur eine Person mit dem Oszilloskop kommunizieren zu lassen.

Die Erkennung ist am besten, wenn die Aussprache der ausgewählten Sprache verwendet wird. Siehe hierzu "Zur Auswahl der Sprache" auf Seite 69.

Anschlüsse an der Geräterückseite

Für die folgende Abbildung gelten die nummerierten Beschreibungen in der Tabelle unter der Abbildung.



1.	Netzkabelanschluss	Schließen Sie hier das Netzkabel an.
2.	Öse für Kensington-Schloss	Hier können Sie ein Kensington-Schloss zum Sichern des Geräts befestigen.
3.	TRIG OUT-Anschluss	Trigger-Ausgang (BNC-Anschluss) Siehe “Einstellen der rückwärtigen TRIG OUT-Quelle" auf Seite 401.
4.	10 MHz REF-Anschluss	Zur Synchronisierung der Zeitbasis mehrerer Instrumente. Siehe “Festlegung des Referenzsignalmodus" auf Seite 401.
5.	Kalibrierungsschutzknopf	Siehe “So führen Sie die benutzerdefinierte Kalibrierung durch" auf Seite 406.
6.	Digitalkanaleingänge	Verbinden Sie das Kabel der digitalen Messsonde mit diesem Anschluss (nur MSO-Modelle). Siehe Kapitel 6, “Digitale Kanäle,” ab Seite 141.

7.	VGA-Videoausgang	Ermöglicht Ihnen den Anschluss eines externen Monitors oder Projektors, um ein Display an einer anderen Stelle (fern vom Oszilloskop) zu nutzen. Das eingebaute Oszilloskop-Display bleibt auch nach dem Anschluss eines externen Bildschirms eingeschaltet. Der Videoausgang ist immer aktiv. Für eine optimale Videoqualität und -leistung empfiehlt es sich, ein abgeschirmtes Videokabel mit Ferritkern zu nutzen.
8.	USB-Hostanschluss	Dieser Anschluss ist in der Funktion mit dem USB-Hostanschluss am vorderen Bedienfeld identisch. MIt dem USB-Hostanschluss werden Daten vom Oszilloskop gespeichert und Software-Updates auf das Oszilloskop geladen. Siehe auch USB- Hostanschluss (see Seite 47).
9.	USB-Geräteanschluss	Über diesen Anschluss wird das Oszilloskop mit einem Host-PC verbunden. Sie können über den USB-Geräteanschluss Remotebefehle von einem Host-PC an das Oszilloskop senden. Siehe "Fernprogrammierung mit Keysight IO Libraries" auf Seite 418.
10.	LAN-Anschluss	Ermöglicht Ihnen den Ausdruck auf Netzwerkdruckern (siehe Kapitel 22, "Drucken (Bildschirme)," ab Seite 383) und Zugriff auf den integrierten Webserver des Oszilloskops. Siehe hierzu Kapitel 24, "Webschnittstelle," ab Seite 411 und "Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412.

Die Anzeige des Oszilloskops

Die Oszilloskop-Anzeige enthält Messkurven, Konfigurationsdaten, Messergebnisse und Softkey-Definitionen.

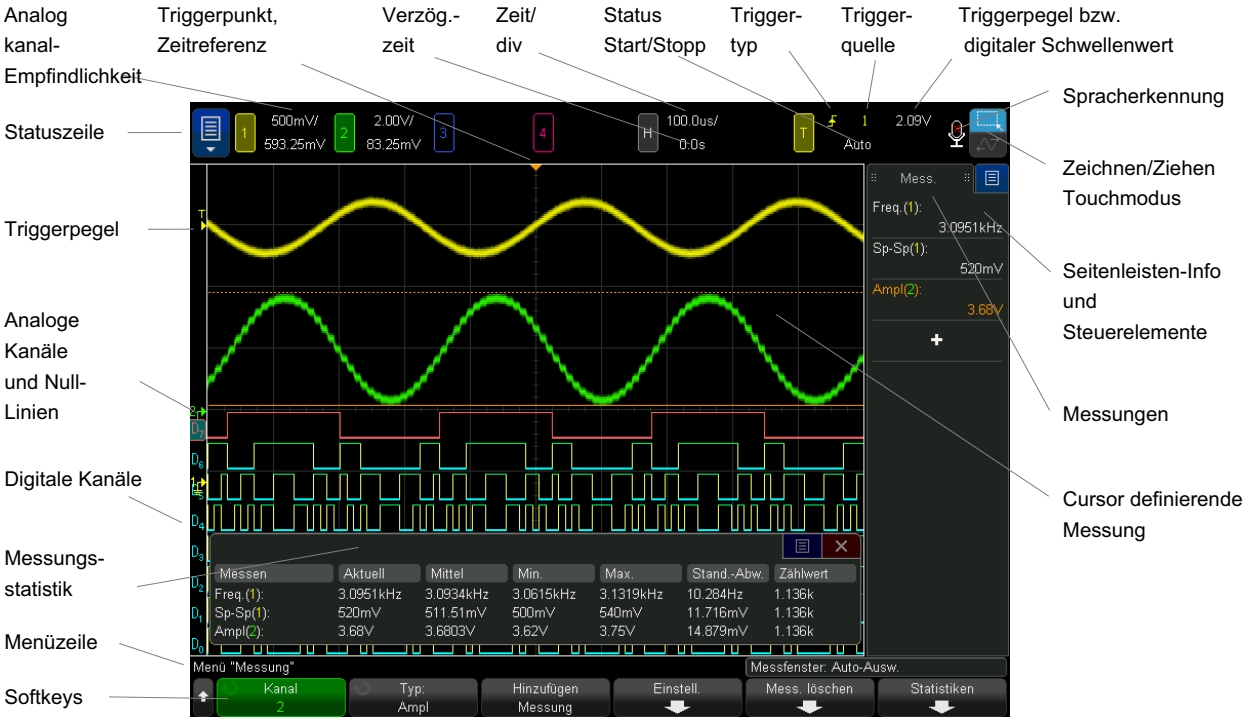


Abbildung 1 Verstehen der Anzeige

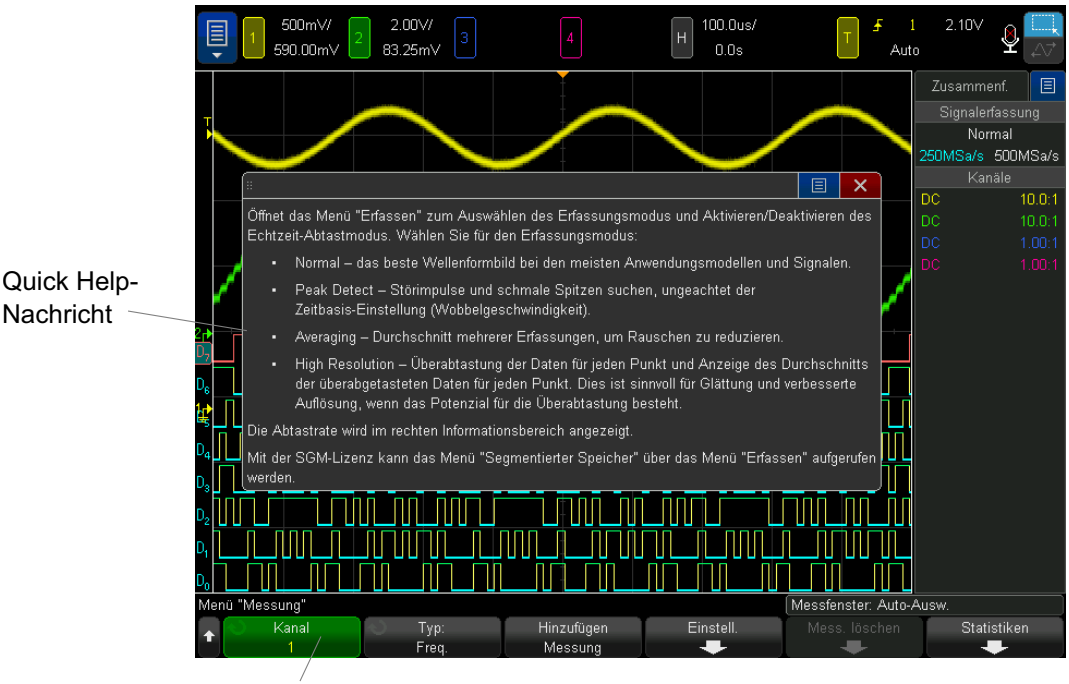
Statuszeile	Die oberste Zeile des Displays enthält vertikale und horizontale Daten, Informationen über die Triggerkonfiguration sowie das Stimmerkennungssymbol und den Rechteckzeichenmodus oder Wellenformziehmodus-Schalter.
Display-Bereich	Der Display-Bereich enthält die erfassten Wellenformen, Kanalbezeichnungen sowie die Anzeigen für analoge Trigger und Null-Linie. Die Daten jedes Analogkanals werden in unterschiedlichen Farben angezeigt. Die Signaldaten werden in 256 verschiedenen Intensitätsstufen angezeigt. Weitere Informationen über die Anzeige von Signaldaten finden Sie unter "So legen Sie die Wellenformintensität fest" auf Seite 165. Weitere Informationen über die Display-Betriebsarten finden Sie in Kapitel 8, "Display-Einstellungen," ab Seite 165.

Informationen in der Seitenleiste und Bereich mit Steuerelementen	Der Informationsbereich in der Seitenleiste kann Übersichten, Cursor, Messungen oder Digitalvoltmeter-Informationsdialoge enthalten. Ebenso werden hier Dialoge zur Navigation und Steuerung angezeigt. Weitere Informationen siehe: ▪ "Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54 ▪ "Seitenleisten-Dialogfelder durch Ziehen lösen" auf Seite 55
Menüzeile	Diese Zeile enthält in der Regel den Menünamen oder andere mit dem ausgewählten Menü verbundene Informationen.
Softkey-Funktionsbezeichnungen	Diese Bezeichnungen beschreiben die Softkey-Funktionen. Normalerweise können mit den Softkeys zusätzliche Parameter für den ausgewählten Modus oder das Menü konfiguriert werden. Durch Drücken der Taste Back (Zurück/Nach oben) ganz oben in der Menühierarchie werden die Softkey-Funktionsbezeichnungen deaktiviert und zusätzliche Statusinformationen angezeigt, die den Kanal-Offset und weitere Konfigurationsparameter beschreiben.

Zugriff auf die integrierte Schnellhilfe

So rufen Sie die Schnellhilfe auf

1 Halten Sie die Taste oder den Softkey gedrückt, zu der bzw. dem Sie Hilfe benötigen.


Quick Help-Nachricht
500mV/
590.00mV
2.00V/
83.25mV
100.0us/
0.0s
Auto
2.10V
Zusammenf.
Signalerfassung
Normal
250MSa/s 500MSa/s
Kanäle
DC 10.0:1
DC 10.0:1
DC 1.00:1
DC 1.00:1
Öffnet das Menü "Erfassen" zum Auswählen des Erfassungsmodus und Aktivieren/Deaktivieren des Echtzeit-Abtastmodus. Wählen Sie für den Erfassungsmodus:
Normal – das beste Wellenformbild bei den meisten Anwendungsmodellen und Signalen.
Peak Detect – Störimpulse und schmale Spitzen suchen, ungeachtet der Zeitbasis-Einstellung (Wobbelgeschwindigkeit).
Averaging – Durchschnitt mehrerer Erfassungen, um Rauschen zu reduzieren.
High Resolution – Überabtastung der Daten für jeden Punkt und Anzeige des Durchschnitts der überabgetasteten Daten für jeden Punkt. Dies ist sinnvoll für Glättung und verbesserte Auflösung, wenn das Potenzial für die Überabtastung besteht.
Die Abtastrate wird im rechten Informationsbereich angezeigt.
Mit der SGM-Lizenz kann das Menü "Segmentierter Speicher" über das Menü "Erfassen" aufgerufen werden.
Menü "Messung"
Messfenster: Auto-Ausw.
Kanal 1
Typ: Freq.
Hinzufügen Messung
Einstell.
Mess. löschen
Statistiken

Halten Sie eine Taste bzw. einen Softkey am vorderen Bedienfeld gedrückt (oder klicken Sie mit der rechten Maustaste auf einen Softkey, wenn Sie das Remote Front Panel des Webbrowsers verwenden).

Die Schnellhilfe wird solange angezeigt, bis eine andere Taste gedrückt oder ein Knopf gedreht wird.

Zur Auswahl der Sprache

So wählen Sie die Sprache für Benutzeroberfläche, Schnellhilfe und Sprachsteuerung:

1. Drücken Sie **[Help] Hilfe**, anschließend drücken Sie den Softkey **Sprache (Voice)**.
2. Drücken Sie solange wiederholt den Softkey **Sprache (Voice)** bzw. drehen Sie den Eingabeknopf, bis die gewünschte Sprache ausgewählt ist.

"Voice" in Klammern bestimmt die Aussprache der ausgewählten Sprache für die Spracherkennung. Siehe hierzu "Lernen Sie die Steuerelemente für die Sprachsteuerung kennen" auf Seite 63.

2 Horizontal-Steuerelemente

So stellen Sie die horizontale Skala (Zeit/Div) ein / 72
So legen Sie die horizontale Verzögerung (Position) fest / 73
Verschieben und Zoomen einzelner oder gestoppter Erfassungen / 74
So ändern Sie den horizontalen Zeitmodus (Normal, XY oder Rollen) / 75
So zeigen Sie die gezoomte Zeitbasis an / 79
So ändern Sie die Grob-/Feineinstellung des Knopfs für die horizontale Skalierung / 81
So positionieren Sie die Zeitreferenz (links, Mitte, rechts) / 81
Suchen nach Ereignissen / 82
Navigieren in der Zeitbasis / 84

Folgende horizontale Steuerelemente sind verfügbar:

- Touchscreen-Steuerelemente für die Einstellung der horizontalen Skalierung und Position (Verzögerung), Zugriff auf das Menü Horizontal und Navigation (siehe "Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung" auf Seite 52 und "Öffnen des Menüs Horizontal und des Dialogfelds für Skalierung/Verzögerung" auf Seite 61).
- Die horizontalen Skalen- und Positionsknöpfe.
- Die Taste **[Horiz] Horiz.** zum Öffnen des Menüs Horizontal.
- Die ⊙ Zoomtaste zum schnellen Aktivieren/Deaktivieren der Zoom-Anzeige für geteilten Bildschirm.
- Die Taste **[Search] Suchen** zum Finden von Ereignissen auf Analogkanälen oder in der seriellen Dekodierung.
- Die Taste **[Navigate] Navig.** zum Navigieren zwischen Zeit, Suchereignissen oder Erfassungen mit segmentiertem Speicher.

Die folgende Abbildung zeigt das Menü Horizontal, welches geöffnet wird, nachdem die **Taste** [Horiz] Horiz. gedrückt wurde.

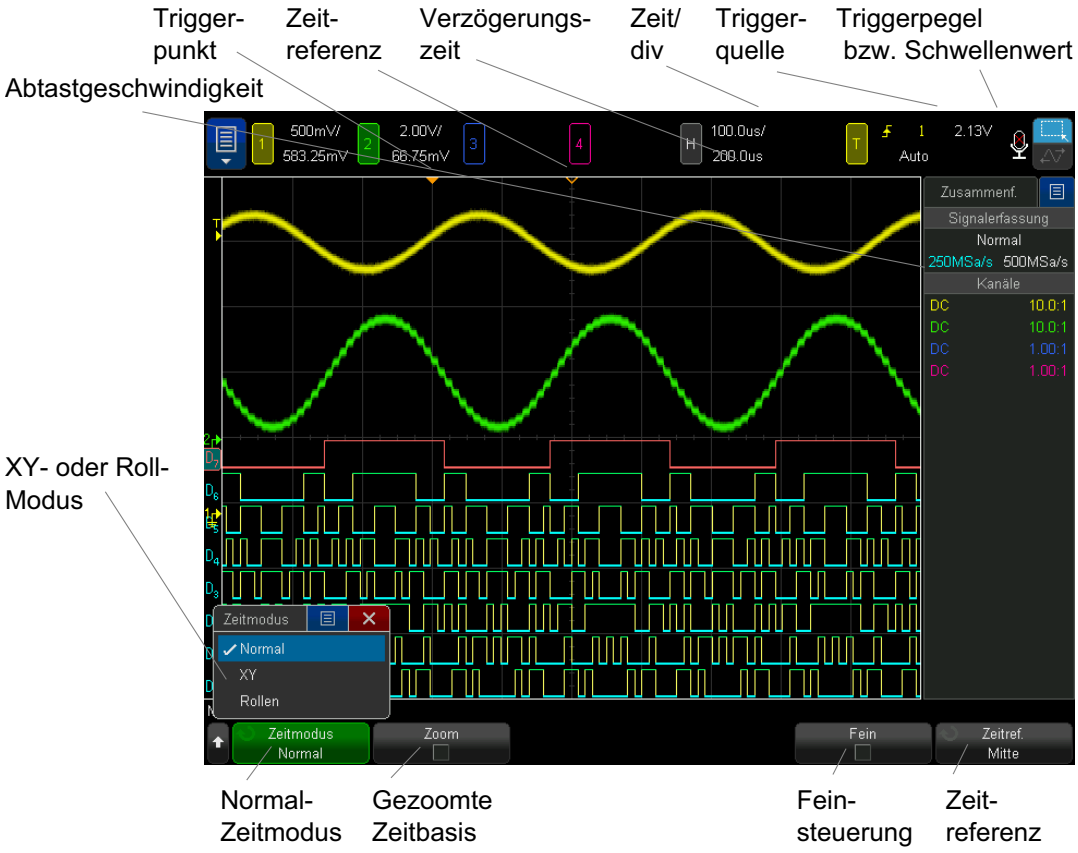


Abbildung 2 Menü Horizontal

Im Menü Horizontal können Sie den Zeitmodus (Normal, XY oder Rollen) auswählen, den Zoom aktivieren, die Feinsteuerung der Zeitbasis (vernier) einstellen und die Zeitreferenz angeben.

Die aktuelle Abtastrate wird im rechten Informationsbereich angezeigt.

So stellen Sie die horizontale Skala (Zeit/Div) ein

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Verwendung der Pinch-Geste (siehe "Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung" auf Seite 52).
- Verwendung der Touchscreen-Steuerelemente, um ein Dialogfeld für die horizontale Skalierung/Verzögerung zu öffnen (siehe "Öffnen des Menüs Horizontal und des Dialogfelds für Skalierung/Verzögerung" auf Seite 61).
- Drehen Sie den großen Knopf für die horizontale Skalierung (Wobbelgeschwindigkeit) , um die horizontale Zeit-/Div-Einstellung zu ändern.

Beachten Sie, wie sich die Zeit-/Div-Informationen in der Statuszeile ändern.

Das Symbol ∇ im oberen Display-Bereich zeigt den Zeitreferenzpunkt an.

Der Knopf für die horizontale Skalierung funktioniert (im Zeitmodus Normal), während Daten erfasst werden oder wenn die Datenerfassung angehalten ist. Solange Daten erfasst werden, wird über den Knopf für die horizontale Skalierung die Abtastgeschwindigkeit geändert. Ist die Datenerfassung angehalten, können Sie die Anzeige der erfassten Daten mit dem Knopf für die horizontale Skalierung vergrößern. Siehe hierzu "Verschieben und Zoomen einzelner oder gestoppter Erfassungen" auf Seite 74.

Beachten Sie, dass der Knopf für die horizontale Skalierung in der Zoom-Anzeige einen anderen Zweck erfüllt. Siehe hierzu "So zeigen Sie die gezoomte Zeitbasis an" auf Seite 79.

So legen Sie die horizontale Verzögerung (Position) fest

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Verwendung der Touchscreen-Gesten Streichen und Ziehen (siehe "Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung" auf Seite 52).
- Verwendung der Touchscreen-Steuerelemente, um ein Dialogfeld für die horizontale Skalierung/Verzögerung zu öffnen (siehe "Öffnen des Menüs Horizontal und des Dialogfelds für Skalierung/Verzögerung" auf Seite 61).
- Drehen Sie den Knopf für die horizontale Verzögerung (Position (◀▶).

Der Triggerpunkt wird horizontal verschoben und hält bei dem Wert 0.00 s an (wie bei einer mechanischen Einrastung). Der Verzögerungswert wird in der Statuszeile angezeigt.

Wird die Verzögerungszeit geändert, findet eine horizontale Verschiebung des Triggerpunkts (ausgefülltes umgekehrtes Dreieck) statt. Außerdem wird angezeigt, wie weit der Triggerpunkt vom Zeitreferenzpunkt (leeres umgekehrtes Dreieck ∇) entfernt ist. Diese Referenzpunkte werden im oberen Bereich des Display-Gitters angezeigt

Abbildung 2 zeigt den Triggerpunkt mit einer eingestellten Verzögerungszeit von 200 µs. Die Verzögerungszeit zeigt die Entfernung des Zeitreferenzpunkts vom Triggerpunkt an. Wenn die Verzögerungszeit auf 0 eingestellt ist, überlappen sich Verzögerungszeitanzeige und Zeitreferenzanzeige.

Alle links vom Triggerpunkt angezeigten Ereignisse sind vor dem Auslösen des Triggers aufgetreten. Diese Ereignisse werden als Vortrigger-Informationen bezeichnet und stellen Ereignisse dar, die zum Triggerpunkt geführt haben.

Bei den rechts neben dem Triggerpunkt angezeigten Daten handelt es sich um so genannte Nachtrigger-Informationen. Die quantitative Verfügbarkeit des Verzögerungsbereichs (Vortrigger- und Nachtrigger-Informationen) richtet sich nach der ausgewählten Zeit-/Div-Einstellung und der Speichertiefe.

Der Knopf für die horizontale Positionierung funktioniert (im Zeitmodus Normal), während Daten erfasst werden oder wenn die Datenerfassung angehalten ist. Solange Daten erfasst werden, wird über den Knopf für die horizontale Skalierung die Abtastgeschwindigkeit geändert. Ist die Datenerfassung angehalten, können Sie die Anzeige der erfassten Daten mit dem Knopf für die horizontale Skalierung vergrößern. Siehe hierzu "Verschieben und Zoomen einzelner oder gestoppter Erfassungen" auf Seite 74.

Beachten Sie, dass der Knopf für die horizontale Positionierung in der Zoom-Anzeige einen anderen Zweck erfüllt. Siehe hierzu "So zeigen Sie die gezoomte Zeitbasis an" auf Seite 79.

Verschieben und Zoomen einzelner oder gestoppter Erfassungen

Nach dem Stoppen der Messung können Sie die Touchscreen-Gesten Pinch, Streichen und Ziehen verwenden, oder die Wellenform mit den Drehknöpfen zur horizontalen Skalierung und Positionierung auf dem Bildschirm verschieben bzw.

vergrößern/verkleinern. Die gestoppte Anzeige kann Abtastwerte aus mehreren Erfassungszyklen enthalten, aber nur die Abtastwerte aus dem jeweils letzten Erfassungszyklus können verschoben oder vergrößert/verkleinert werden.

Durch die Möglichkeit, die gespeicherte Wellenform horizontal zu verschieben (Pan-Funktion) und zu vergrößern/verkleinern (Zoom-Funktion), erhalten Sie einen genaueren Einblick in die erfasste Wellenform. Insbesondere können Sie das Signal auf verschiedenen Abstraktionsebenen betrachten. Sie können sich sowohl einen Überblick über das gesamte Signal verschaffen als auch feine Details genauer analysieren.

Alle Digitaloszilloskope ermöglichen es, Signalinformationen nachträglich zu analysieren; dies ist einer der prinzipiellen Vorteile der digitalen Architektur. Häufig beschränken sich diese Möglichkeiten jedoch darauf, das Display „einzufrieren" und mithilfe von Cursorn zu vermessen oder auszudrucken. Einige Digitaloszilloskope gehen einen Schritt weiter: Sie erlauben es, die Wellenform horizontal zu verschieben und ihre horizontale Skalierung zu ändern, sodass weiter gehende Untersuchungen der Signaldetails möglich sind.

Für das Skalierverhältnis (Zeit-/Div-Einstellung zur Datenerfassung relativ zur Zeit-/Div-Einstellung zur Anzeige der Daten) existiert keine prinzipielle Begrenzung. Allerdings besteht eine sinnvolle Einschränkung, die von dem jeweils analysierten Signal abhängt.

HINWEIS

Vergrößern gestoppter Erfassungen

Bei horizontaler Dehnung bis zu Faktor 1000 und vertikaler Dehnung bis zu Faktor 10 erhalten Sie eine brauchbare Signaldarstellung. Beachten Sie, dass die automatischen Messfunktionen nur auf angezeigte Signaldatenpunkte anwendbar sind.

So ändern Sie den horizontalen Zeitmodus (Normal, XY oder Rollen)

1. Drücken Sie Horiz. **[Horiz]**.
2. Drücken Sie im Menü Horizontal den Softkey **Zeit modus**. Wählen Sie anschließend eine der folgenden Optionen:
   - **Normal** – Der Anzeigemodus Normal ist die Standardbetriebsart des Oszilloskops.

Im Zeitmodus Normal werden vor dem Trigger auftretende Signalereignisse links neben dem Triggerpunkt (▼) und nach dem Trigger auftretende Signalereignisse rechts neben dem Triggerpunkt aufgezeichnet.

- **XY** –Im XY-Modus wird das Display von der Volt-/Zeit-Anzeige auf die Volt-/Volt-Anzeige umgestellt. Der Prüfbereich ist ausgeschaltet. Die Amplitude von Kanal 1 wird auf der X-Achse und die Amplitude von Kanal 2 auf der Y-Achse aufgezeichnet.

  Der Modus „XY" eignet sich zum Vergleich der Frequenz- und Phasenbeziehung zweier Signale. Außerdem kann dieser Modus mit Wandlern verwendet werden, um die Verhältnisse Spannung/Verschiebung, Strömung/Druck, Volt/Strom oder Spannung/Frequenz anzuzeigen.

  Auch im Modus „XY" lässt sich das Messdiagramm mit Hilfe von Cursorn vermessen.

  Weitere Informationen über die Verwendung des Modus „XY" für Messungen finden Sie unter "XY-Zeitmodus" auf Seite 76.

- **Rollen** – Die Wellenform wird im Modus „Rollen" langsam von rechts nach links über den Bildschirm bewegt. Dieser Modus funktioniert bei einer Zeitbasis von 50 ms/div oder langsamer. Wird mit der aktuellen Zeitbasis das Limit von 50 ms/div überschritten, wird diese bei Eingabe des Modus „Rollen" auf 50 ms/div eingestellt.

  Im Modus „Rollen" ist kein Trigger vorhanden. Der festgelegte Referenzpunkt an der rechten Flanke des Bildschirms weist auf den aktuellen Zeitpunkt hin. Aufgetretene Ereignisse werden links neben den Referenzpunkt verschoben. Da keine Trigger vorhanden sind, sind auch keine Vortrigger-Informationen verfügbar.

  Möchten Sie das Display im Modus „Rollen" anhalten, drücken Sie die Taste **[Single]** Einzeln. Drücken Sie erneut die Taste **[Single] Einzeln**, um die Anzeige zu löschen und erneut eine Erfassung im Modus Rollen zu starten.

  Mit dem Modus „Rollen" für Niederfrequenzsignale erhalten Sie ein Display in Form eines Diagrammschreibers. Das Signal wickelt sich sozusagen über den Bildschirm ab.

XY-Zeitmodus

Im Zeitmodus XY wird eine Volt-/Zeit-Anzeige in eine Volt-/Volt-Anzeige mit zwei Eingangskanälen umgewandelt. Die X-Achse ist dem Eingangssignal von Kanal 1 und die Y-Achse dem Eingangskanal von Kanal 2 zugeordnet. Außerdem können

für die Anzeige Wandler verwendet werden, um die Abhängigkeiten zwischen Spannung/Verschiebung, Ströme/Druck, Volt/Strom oder Spannung/Frequenz anzuzeigen.

Beispiel Dieses Beispiel zeigt eine typische Verwendung des Modus „XY", nämlich die Messung der Phasendifferenz zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz nach dem Lissajous-Verfahren.

1. Schließen Sie ein Sinussignal an Kanal 1 an und ein weiteres Sinussignal gleicher Frequenz, aber unterschiedlicher Phase, an Kanal 2.
2. Drücken Sie die Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.** und dann die **[Horiz] Horizontal**-Taste; anschließend drücken Sie **Zeitmodus** und wählen "XY".
3. Zentrieren Sie das dargestellte Signal mithilfe der Positionsdrehknöpfe (⇕) für Kanal 1 und 2. Erweitern Sie das Signal mithilfe der Volt-/Div-Knöpfe für Kanal 1 und 2 und der Softkeys **Fein** für Kanal 1 und 2, um die Anzeige zu optimieren.

   Der Phasendifferenzwinkel (θ) kann nach folgender Formel berechnet werden (vorausgesetzt, die Amplitude ist in beiden Kanälen gleich):

$$\sin\theta = \frac{A}{B} or \frac{C}{D}$$

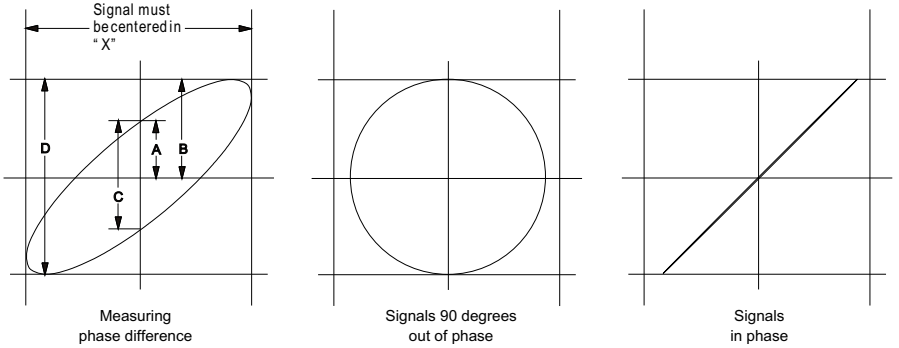


Abbildung 3 XY-Zeitmodussignale, zentriert auf Display

4. Drücken Sie die Taste **[Cursors] Cursor**.
5. Stellen Sie den Y2-Cursor auf den obersten Signalwert und Y1 auf den untersten Signalwert ein.

Notieren Sie den im unteren Bereich angezeigten Wert ΔY. In diesem Beispiel werden die Y-Cursor verwendet. Sie können stattdessen jedoch auch X-Cursor verwenden.

6 Setzen Sie die Cursor Y1 und Y2 auf den Schnittpunkt des Signals und der Y-Achse. Notieren Sie erneut den ΔY-Wert.

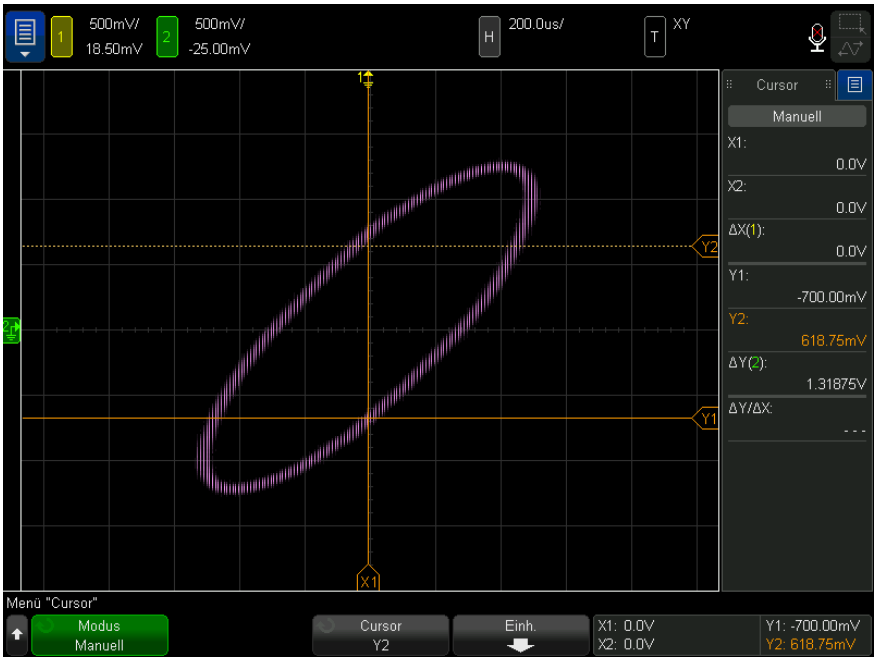


Abbildung 4 Phasendifferenzmessungen, automatisch und mit Cursorn

7 Berechnen Sie die Phasendifferenz nach folgender Gleichung:

Wenn beispielsweise der erste ΔY-Wert 2.297 und der zweite ΔY-Wert 1.319 beträgt:

$$\sin\theta = \frac{\text{second } \Delta \text{ Y}}{\text{first } \Delta \text{ Y}} = \frac{1.031}{1.688};\ \theta = \ 37.65 \text{ degrees of phase shift}$$

HINWEIS

Z-Achseneingang im XY-Anzeigemodus (Dunkeltastung)

Im Modus „XY" ist die Zeitbasis abgeschaltet. Kanal 1 ist der Eingang der X-Achse, Kanal 2 der Eingang der Y-Achse und der Anschluss EXT TRIG IN auf der Rückseite ist der Eingang der Z-Achse. Wenn Sie nur die Anteile des Y/X-Displays anzeigen möchten, verwenden Sie den Eingang der Z-Achse. Die Z-Achse schaltet die Messkurve ein und aus (bei Analog-Oszilloskopen wurde dieser Vorgang Z-Achsen-Dunkeltastung genannt, da der Strahl ein- und ausgeschaltet wurde). Ist Z niedrig (d. h. < 1,4 V), werden die gegen die X-Achse aufgetragenen Y-Werte angezeigt. Ist Z hoch (d. h. > 1,4 V), so wird die Anzeige der Messkurve ausgeschaltet.

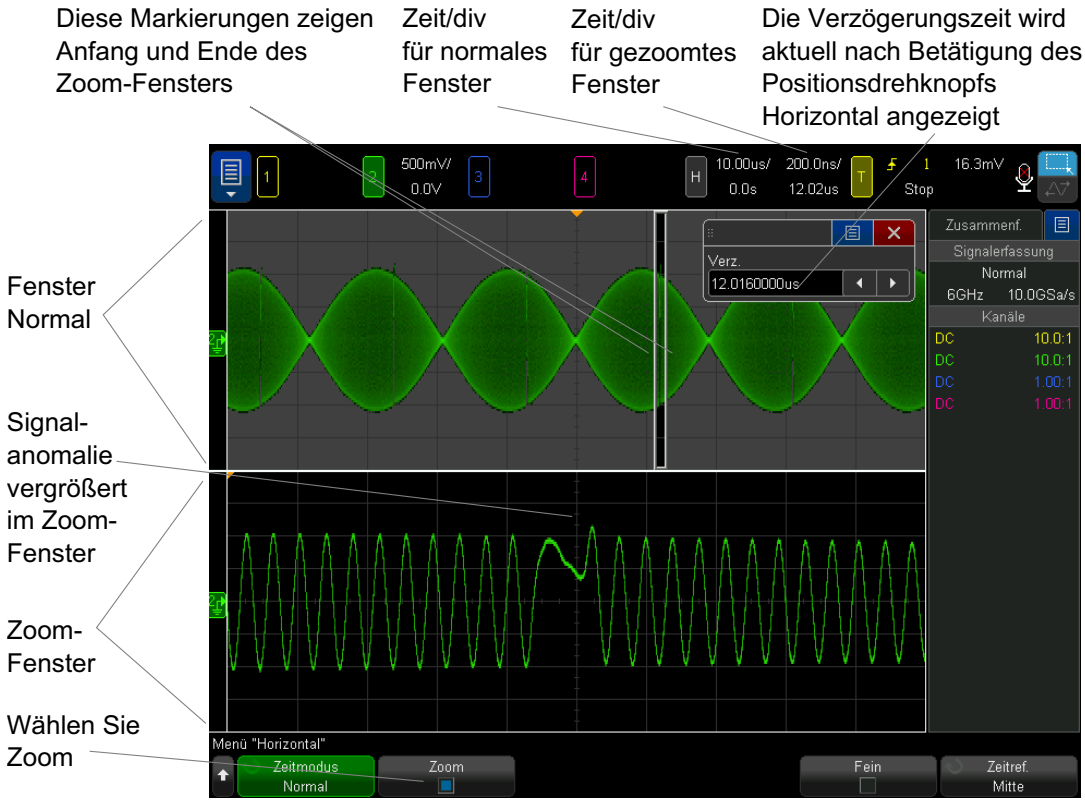
So zeigen Sie die gezoomte Zeitbasis an

Zoom, bisher als Modus der verzögerten Zeitbasis bezeichnet, ist eine horizontal vergrößerte Version der normalen Anzeige. Bei Auswahl von Zoom wird der Bildschirm in zwei Fenster unterteilt. In der oberen Hälfte wird das normale Zeit-/Div-Fenster und in der unteren Hälfte ein schnelleres Zoom-Zeit-/Div-Fenster angezeigt.

Das Zoom-Fenster ist ein vergrößerter Ausschnitt des normalen Zeit-/Div-Fensters. Zoom dient zur horizontalen Vergrößerung des normalen Fensters, um eine detailliertere (höher aufgelöste) Signalanalyse zu erhalten.

So schalten Sie Zoom ein (oder aus):

1 Drücken Sie die Zoomtaste (oder drücken Sie die Taste **[Horiz]** und anschließend den Softkey **Zoom**).



Der vergrößerte Bereich der normalen Anzeige ist mit einem Rahmen versehen und der Rest der normalen Anzeige abgedunkelt. Dieser Rahmen zeigt, welcher Abschnitt der normalen Zeitbasis im unteren Fensterbereich vergrößert dargestellt wird.

Um Zeit/Div. für das Zoom-Fenster zu ändern, drehen Sie den Knopf für die horizontale Skala (Zeitablenkung). Durch Betätigen des Drehknopfes wird die Zeitablenkung des Zoom-Fensters in der Statuszeile oberhalb des Wellenformanzeigebereichs markiert. Der Knopf für die horizontale Skala (Zeitablenkung) bestimmt die Größe des Rahmens.

Der Knopf für die horizontale Position (Verzögerungszeit) bestimmt die Links/rechts-Position des Zoom-Fensters. Der Verzögerungswert – die relativ zum Triggerpunkt angezeigte Zeit – wird derzeit oben rechts im Bildschirm angezeigt, wenn der Knopf für die Verzögerungszeit (◀▶) betätigt wird.

Negative Verzögerungswerte zeigen an, dass Sie einen vor dem Triggerereignis liegenden Teil der Wellenform betrachten, und positive Werte, dass Sie einen nach dem Triggerereignis liegenden Teil der Wellenform betrachten.

Um Zeit/Div. für das normale Fenster zu ändern, schalten Sie den Zoom aus und drehen den Knopf für die horizontale Skala (Zeitbasis).

Weitere Informationen über die Verwendung des Zoom-Modus für Messungen finden Sie unter "So isolieren Sie einen Impuls für eine Dachmessung" auf Seite 272 und "Puls für eine Frequenzmessung isolieren" auf Seite 279.

So ändern Sie die Grob-/Feineinstellung des Knopfs für die horizontale Skalierung

1 Drücken Sie den Knopf für die horizontale Skalierung (oder drücken Sie **[Horiz] > Fein**), um zwischen der Fein- und der Grobeinstellung der horizontalen Skala umzuschalten.

Ist **Fein** aktiviert, wird die Zeit-/Div-Einstellung (in der Statuszeile im oberen Display-Bereich) durch Drehen des Knopfes für die horizontale Skalierung in kleineren Schritten angepasst. Die Zeit-/Div-Einstellung bleibt kalibriert, wenn **Fein** aktiviert ist.

Wenn **Fein** deaktiviert ist, wird die Zeit-/Div-Einstellung mit dem Knopf für die horizontale Skalierung in 1-2-5-Schritten geändert.

So positionieren Sie die Zeitreferenz (links, Mitte, rechts)

Die Zeitreferenz ist der Referenzpunkt für die angezeigte Verzögerungszeit (horizontale Position).

1 Drücken Sie **[Horiz] Horiz.**.

2 Drücken Sie im Menü Horizontal den Softkey **Zeit ref.** und wählen Sie:

- **Links** – die Zeitreferenz wird vom linken Rand der Anzeige aus auf eine Haupteinteilung gesetzt.
- **Mitte** – Die Zeitreferenz wird in die Mitte der Anzeige gesetzt.
- **Rechts** –Die Zeitreferenz wird vom rechten Rand der Anzeige aus auf eine Haupteinteilung gesetzt.

Ein kleines leeres Dreieck (∇) im oberen Bereich der Anzeige markiert die Position der Zeitreferenz. Wenn die Verzögerungszeit auf 0 eingestellt ist, überlappen sich Triggerpunkt- (▼) und Zeitreferenzanzeige.

Die Zeitreferenzposition bestimmt die Ausgangsposition des Triggerereignisses im Erfassungsspeicher und auf der Anzeige, wobei die Verzögerung auf 0 eingestellt ist.

Durch Drehen des Knopfes für horizontale Skalierung (Ablenkgeschwindigkeit) wird die Wellenform um den Zeitreferenzpunkt (∇) gedehnt oder kontrahiert. Siehe hierzu "So stellen Sie die horizontale Skala (Zeit/Div) ein" auf Seite 72.

Drehen des Knopfes für die horizontale Position (◀▶) im Normalmodus (nicht Zoom) bewegt die Triggerpunktanzeige (▼) vom Zeitreferenzpunkt (∇) aus nach links oder rechts. Siehe hierzu "So legen Sie die horizontale Verzögerung (Position) fest" auf Seite 73.

Suchen nach Ereignissen

Sie können die Taste **[Search] Suchen** oder das entsprechende Menü verwenden, um nach Flanke, Pulsbreite, Anstiegs-/Abfallzeit, niedrigen Impulsen, Frequenzspitzen oder seriellen Ereignissen auf den Analogkanälen zu suchen.

Das Einstellen von Suchen (siehe "So stellen Sie eine Suche ein" auf Seite 82) ähnelt dem Einstellen von Triggern. Außer für Frequenzspitzen und serielle Ereignisse können Sie Sucheinstellungen kopieren, um Setups zu triggern und umgekehrt (siehe "So kopieren Sie Such-Setups" auf Seite 83).

Eine Suche unterscheidet sich von einem Trigger, indem sie Messschwellenwerteinstellungen verwendet anstatt Triggerpegeln.

Gefundene Suchereignisse werden mit weißen Dreiecken am oberen Rand des Rastergitters gekennzeichnet. Die Anzahl der gefundenen Ereignisse wird in der Menüzeile direkt über den Softkeybezeichnungen angezeigt.

So stellen Sie eine Suche ein

1. Drücken Sie auf **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen** und drehen Sie dann am Eingabedrehknopf, um den Suchtyp auszuwählen.

3 Verwenden Sie die übrigen Softkeys, um den ausgewählten Suchtyp festzulegen.

In den meisten Fällen ähnelt die Einstellung von Suchen der Einstellung von Triggern:

- Informationen zur Suche des Typs Flanken finden Sie unter "Flankentrigger" auf Seite 186.
- Informationen zur Suche des Typs Pulsbreite finden Sie unter "Impulsbreiten-Trigger" auf Seite 190.
- Informationen zur Suche des Typs Anstiegs-/Abfallzeit finden Sie unter "Anstiegs-/Abfallzeit-Trigger" auf Seite 198.
- Informationen zur Suche des Typs Niedrige Impulse finden Sie unter "Trigger für niedrige Impulse" auf Seite 201.
- Zur Konfiguration von Frequenzspitzen-Suchen siehe "Suche nach FFT-Spitzen" auf Seite 113.
- Informationen zur Suche des Typs Seriell finden Sie unter "Serieller Trigger" auf Seite 218 und "Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Beachten Sie, dass eine Suche die Einstellungen für den Messschwellenwert verwendet und keine Triggerpegel. Mit dem Softkey **Schwellenwerte** im Menü Suchen können Sie auf das Menü Messschwellenwert zugreifen. Siehe hierzu "Messungsschwellenwerte" auf Seite 289.

So kopieren Sie Such-Setups

Außer für Frequenzspitzen und serielle Ereignisse können Sie Sucheinstellungen kopieren, um Setups zu triggern und umgekehrt.

1 Drücken Sie auf **[Search] Suchen**.

2 Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen** und drehen Sie dann am Eingabedrehknopf, um den Suchtyp auszuwählen.

3 Drücken Sie **Kopie**.

4 Im Menü Suchkopie:

- Drücken Sie **Kopieren nach Trigger**, um das Setup für den ausgewählten Suchtyp in denselben Triggertyp zu kopieren. Wenn z. B. der aktuelle Suchtyp Impulsbreite ist, werden die Sucheinstellungen durch Drücken von **Kopieren nach Trigger** in die Impulsbreite-Triggereinstellungen kopiert und der Impulsbreitentrigger ausgewählt.

- Drücken Sie **Kopieren von Trigger**, um das Trigger-Setup für den ausgewählten Suchtyp in das Such-Setup zu kopieren.
- Um eine Kopie rückgängig zu machen, **Kopie rückg.** drucken.

Die Softkeys im Suchkopie sind möglicherweise nicht verfügbar, wenn eine der Einstellungen nicht kopiert werden kann oder kein Triggertyp vorhanden ist, der dem Suchtyp entspricht.

Navigieren in der Zeitbasis

Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie in folgenden Informationen blättern:

- Erfasste Daten (Siehe “So navigieren Sie nach Zeit" auf Seite 84).
- Suchereignisse (siehe “So navigieren Sie innerhalb von Suchereignissen" auf Seite 85).
- Segmente, wenn Erfassungen mit segmentiertem Speicher aktiviert sind (Siehe “So navigieren Sie zwischen Segmenten" auf Seite 85).

Ebenso ist der Zugriff auf Navigationssteuerlemente im Touchscreen möglich. Siehe hierzu “Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54.

So navigieren Sie nach Zeit

Wenn Erfassungen gestoppt werden, können Sie können Sie mit den Navigationssteuerelementen durch die erfassten Daten navigieren.

1. Drücken Sie **[Navigate] Navig.**.
2. Drücken Sie im Menü Navigieren auf **Navigieren** und wählen Sie dann **Zeit**.
3. Drücken Sie die Navigationstasten ◄■►, um rückwärts wiederzugeben, zu stoppen oder vorwärts wiederzugeben. Sie können die Tasten ◄ oder ► mehrmals drücken, um die Wiedergabe zu beschleunigen. Drei Geschwindigkeitsstufen stehen zur Verfügung.

Ebenso ist der Zugriff auf Navitationssteuerlemente im Touchscreen möglich. Siehe “Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54.

So navigieren Sie innerhalb von Suchereignissen

Wenn die Erfassungen gestoppt wurden, können Sie mit den Navigationssteuerelementen zu gefundenen Suchereignissen navigieren (Navigieren mit der Taste **[Search] Suchen** und entsprechendem Menü, siehe "Suchen nach Ereignissen" auf Seite 82).

1. Drücken Sie **[Navigate] Navig.**.
2. Drücken Sie im Menü Navigieren auf **Navigieren** und wählen Sie dann **Suchen**.
3. Drücken Sie die ◄► Vorwärts- und Rückwärtstasten, um zum nächsten oder vorherigen Suchereignis zu gelangen.

Wenn Sie Seriell dekodieren suchen:

- Mit dem Softkey **Auto zoom** wird angegeben, ob die Wellenformanzeige automatisch vergrößert wird, um die gekennzeichnete Zeile hervorzuheben, wenn Sie navigieren.
- Durch Drücken des Softkeys **Bildlauf Auflister** können Sie mit dem Eingabedrehknopf in der Auflisteranzeige durch die Datenzeilen navigieren.

Ebenso ist der Zugriff auf Navigationssteuerlemente im Touchscreen möglich. Siehe hierzu "Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54.

So navigieren Sie zwischen Segmenten

Wenn die Erfassung segmentierten Speichers aktiviert ist und die Erfassungen gestoppt werden, können Sie mit den Navigationssteuerelementen durch die erfassten Segmente navigieren.

1. Drücken Sie **[Navigate] Navig.**.
2. Drücken Sie im Menü Navigieren auf **Navigieren** und wählen Sie dann **Segmente**.
3. Drücken Sie **Wied.-Mod.** und wählen Sie:
   - **Manuell** – zur manuellen Wiedergabe der Segmente.

     Im manuellen Wiedergabemodus:

     - Drücken Sie die ◄► Vorwärts- und Rückwärtstasten, um zum nächsten oder vorherigen Suchereignis zu gelangen.
     - Drücken Sie den Softkey ⏮, um zum ersten Segment zu gelangen.

- Drücken Sie den Softkey ▶|, um zum letzten Segment zu gelangen.

- **Auto** – zur automatisierten Wiedergabe von Segmenten.

  Im automatischen Wiedergabemodus:

  - Drücken Sie die Navigationstasten ◀■▶, um rückwärts wiederzugeben, zu stoppen oder vorwärts wiederzugeben. Sie können die Tasten ◀ oder ▶ mehrmals drücken, um die Wiedergabe zu beschleunigen. Drei Geschwindigkeitsstufen stehen zur Verfügung.

Ebenso ist der Zugriff auf Navitationssteuerlemente im Touchscreen möglich. Siehe "Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54.

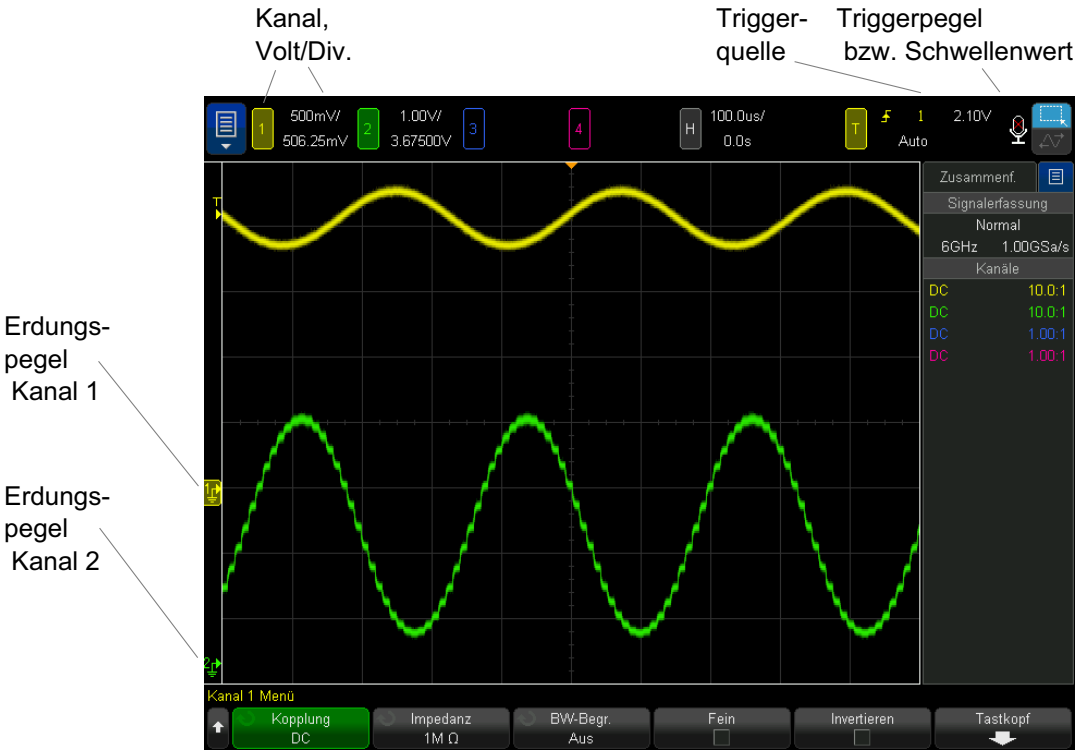
3 Vertikal-Steuerelemente

So schalten Sie Wellenformen (Kanal oder Math.) ein oder aus / 88
So passen Sie die vertikale Skalierung an / 89
So passen Sie die vertikale Position an / 89
So legen Sie die Kanalkopplung fest / 90
So legen Sie die Kanaleingangsimpedanz fest / 91
Festlegen einerBandbreitenbegrenzung / 92
So ändern Sie die Grob-/Feineinstellung des Drehknopfs für die vertikale Skalierung / 93
So invertieren Sie eine Wellenform / 93
Einstellen der Messsondenoptionen für den Analogkanal / 94

Es gibt folgende vertikale Steuerelemente:

- Touchscreen-Steuerelemente für die Einstellung der vertikalen Skalierung und Position (Offset) sowie den Zugriff auf die Kanalmenüs (siehe “Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung" auf Seite 52 und “Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern" auf Seite 61).
- Der Vertikalskalen- und Positionsknopf für jeden Analogkanal.
- Die Kanaltasten zum Ein- bzw. Ausschalten eines Kanals und für den Zugriff auf das Softkey-Menü eines Kanals.

In der folgenden Abbildung ist das Kanal 1 Menü dargestellt, das nach dem Drücken der Kanaltaste **[1]** angezeigt wird.



Der Erdungspegel für das Signal der jeweils angezeigten Kanäle wird durch die Position des links angezeigten ⏚ Symbols angegeben.

So schalten Sie Wellenformen (Kanal oder Math.) ein oder aus

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Verwenden Sie die Touchscreen-Steuerelemente, um Kanäle ein oder auszuschalten (siehe "Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern" auf Seite 61).
- Drücken Sie die Taste eines analogen Kanals, um den Kanal ein- oder auszuschalten (und das Menü des Kanals anzuzeigen).

Die Taste eines eingeschalteten Kanals ist beleuchtet.

HINWEIS

Abschalten der Kanäle

Bevor das Kanalmenü ausgeschaltet werden kann, muss es zunächst angezeigt werden. Wenn beispielsweise Kanal 1 und 2 eingeschaltet sind und das Menü für Kanal 2 angezeigt wird, drücken Sie zum Ausschalten von Kanal 1 die Taste **[1]**, um das Menü von Kanal 1 anzuzeigen. Drücken Sie dann erneut die Taste **[1]**, um Kanal 1 auszuschalten.

So passen Sie die vertikale Skalierung an

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Verwendung der Pinch-Geste (siehe "Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung" auf Seite 52).
- Verwenden Sie die Touchscreen-Steuerelemente, um ein Dialogfeld für Vertikalskalierung/Offset zu öffnen (siehe "Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern" auf Seite 61).
- Drehen Sie zum Einstellen der vertikalen Skalierung (Volt/Division) für den Kanal den großen Drehknopf oberhalb der Kanaltaste mit der Kennzeichnung .

Mit dem Knopf zur vertikalen Skalierung können Sie die analoge Kanalskala in Stufen von 1-2-5 ändern (mit angeschlossener 1:1-Messsonde), sofern die Feineinstellung nicht aktiviert ist (siehe "So ändern Sie die Grob-/Feineinstellung des Drehknopfs für die vertikale Skalierung" auf Seite 93).

In der Statuszeile wird der Volt/Div-Wert für den analogen Kanal angezeigt.

Der Standardmodus für die Vergrößerung des Signals durch Drehen des Volt/Div-Knopfes ist die vertikale Vergrößerung über die Null-Linie des Kanals hinaus; Sie können dies jedoch zur Vergrößerung über die Mitte der Anzeige hinaus ändern. Siehe hierzu "So wählen Sie „erweitern über" Mitte oder Signal-Null-Linie aus" auf Seite 396.

So passen Sie die vertikale Position an

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Verwenden Sie die Touchscreen-Gesten Pinch und Ziehen (siehe "Touch-Gesten Pinch, Streichen oder Ziehen für Skalierung, Positionierung und Offset-Änderung" auf Seite 52).
- Verwenden Sie die Touchscreen-Steuerelemente, um ein Dialogfeld für Vertikalskalierung/Offset zu öffnen (siehe "Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern" auf Seite 61).
- Drehen Sie zum Verschieben des Kanalsignals nach oben oder unten den kleinen Drehknopf Vertikale Position (⇕).

Der Wert für Offset-Spannung repräsentiert die Spannungsdifferenz zwischen der vertikalen Mitte des Displays und dem Symbol Erdungsreferenz (⏚). Wenn die vertikale Vergrößerung auf Vergrößerung über die Null-Linie hinaus eingestellt ist, wird auch die Spannung an der vertikalen Mitte der Anzeige angezeigt (siehe "So wählen Sie „erweitern über" Mitte oder Signal-Null-Linie aus" auf Seite 396).

So legen Sie die Kanalkopplung fest

Die Kopplungsfunktion wechselt die Eingangskopplung des Kanals zu **AC** (Wechselspannung) oder **DC** (Gleichspannung).

TIPP

Ist der Kanal via DC gekoppelt, kann die DC-Komponente des Signals schnell gemessen werden, da die Entfernung zum Null-Liniensymbol berechnet wird.

Ist der Kanal AC gekoppelt, wird die DC-Komponente des Signals entfernt. Dadurch kann für die Anzeige der AC-Komponente des Signals eine höhere Empfindlichkeit gewählt werden.

1. Drücken Sie die Taste für den gewünschten Kanal.
2. Drücken Sie im Menü Kanal den Softkey **Kopplung**, um die Eingangskanalkopplung zu wählen:
   - **DC** – DC-Kopplung wird eingesetzt, um Wellenformen anzuzeigen die 0 Hz und keinen großen DC-Offset haben.
   - **AC** – AC-Kopplung wird eingesetzt, um Wellenformen mit großen DC-Offsets anzuzeigen.

     Wird die AC-Kopplung ausgewählt, kann der Modus 50Ω nicht verwendet werden. Dadurch werden Beschädigungen am Oszilloskop verhindert.

Eine AC-Kopplung fügt dem Eingangssignal einen 10 Hz Hochpassfilter hinzu, wodurch sämtliche DC-Offsetspannung von der Wellenform entfernt wird.

Beachten Sie, dass die Kanalkopplung von der Triggerkopplung unabhängig ist. Weitere Informationen zum Ändern der Triggerkopplung finden Sie unter "So wählen Sie die Triggerkopplung aus" auf Seite 226.

So legen Sie die Kanaleingangsimpedanz fest

HINWEIS **Wird eine Messsonde vom Typ AutoProbe, eine Messsonde mit Eigenmessung oder eine InfiniiMax-kompatible Messsonde angeschlossen, stellt das Oszilloskop automatisch die richtige Impedanz für die Analogeingangskanäle ein.**

1 Drücken Sie die Taste für den gewünschten Kanal.

2 Drücken Sie im Menü Kanal die Option **Imped.** (Impedanz). Wählen Sie anschließend:

- **50 Ohm** – Entspricht den 50 Ohm-Kabeln, die in der Regel für Hochfrequenzmessungen verwendet werden, und den aktiven 50 Ohm-Messsonden.

  Bei Auswahl einer Eingangsimpedanz von **50 Ohm** wird dies zusammen mit den Kanalinformationen auf dem Bildschirm angezeigt.

  Bei Auswahl der AC-Kopplung (siehe "So legen Sie die Kanalkopplung fest" auf Seite 90) oder bei Anlegen einer höheren Spannung am Eingang schaltet das Oszilloskop automatisch in den Modus **1M Ohm** um, um mögliche Schäden zu verhindern.

- **1M Ohm** – Wird mit vielen passiven Messsonden und für allgemeine Messzwecke genutzt. Die höhere Impedanz minimiert die vom Oszilloskop auf das Messobjekt einwirkenden Ladungseffekte.

Dank dieser Impedanzanpassung können Sie genaueste Messungen vornehmen, da Reflexionen entlang des Signalpfads minimiert werden.

Siehe auch

- Weitere Informationen zu Messsonden finden Sie unter folgender Adresse: www.keysight.com/find/scope_probes

- Informationen zur Auswahl einer Messsonde finden Sie im Dokument *Keysight Oscilloscope Probes and Accessories Selection Guide* (Teilenr. 5989-6162EN), das unter www.keysight.com zur Verfügung steht.

Festlegen einerBandbreitenbegrenzung

1. Drücken Sie die Taste für den gewünschten Kanal.
2. Drücken Sie im Menü Kanal den Softkey **BB-Begr.**, um die Bandbreitenbegrenzung des Kanals anzugeben oder die Bandbreitenbegrenzung abzuschalten.

Für Wellenformen mit Frequenzen unterhalb der Bandbreitenbegrenzung lassen sich mit Hilfe der Bandbreitenbegrenzung unerwünschte hochfrequente Störsignale unterdrücken.

Außerdem begrenzt das Bandbreitenlimit den Trigger-Signalweg aller Kanäle, für die **BB-Begr.** eingeschaltet wurde.

Die auswählbaren Begrenzungen hängen von der Bandbreite des Oszilloskops, der Einstellung für die Eingangsimpedanz des Kanals und der V/div-Einstellung des Kanals ab:

Eingangsimpedanz	V/div	Oszilloskop-Bandbreite	Verfügbare Begrenzungen
1M Ohm	>2 mV/div	(alle)	20 MHz
	<=2 mV/div	(alle)	20 MHz oder 200 MHz
50 Ohm	(alle)	1 GHz	20 MHz oder 200 MHz
		2.5 GHz	20 MHz, 200 MHz, oder 1,5 GHz
		4 GHz	20 MHz, 200 MHz, 1,5 GHz, oder 3 GHz
		6 GHz	20 MHz, 200 MHz, 1,5 GHz, oder 3 GHz

So ändern Sie die Grob-/Feineinstellung des Drehknopfs für die vertikale Skalierung

1 Drücken Sie den vertikalen Skalenknopf des Kanals (oder drücken Sie die Kanaltaste und dann den Softkey **Fein** im Menü Kanal), um zwischen Fein- und Grobeinstellung der vertikalen Skala umzuschalten.

   Sie können diese Einstellung auch mit dem Touchscreen vornehmen. Siehe hierzu "Ein-/Ausschalten von Kanälen und Öffnen von Skalierungs-/Offset-Dialogfeldern" auf Seite 61.

Ist die Option **Fein** ausgewählt, kann die vertikale Kanalempfindlichkeit in kleineren Stufen eingestellt werden. Die Kanalempfindlichkeit bleibt auch voll kalibriert, wenn **Fein** aktiviert ist.

Der vertikale Skalenwert wird in der Statuszeile oben in der Anzeige angezeigt.

Wenn **Fein** deaktiviert ist, kann die Kanalempfindlichkeit mithilfe des Volt/Division-Drehknopfes in Stufen von 1-2-5 geändert werden.

So invertieren Sie eine Wellenform

1 Drücken Sie die Taste für den gewünschten Kanal.

2 Drücken Sie im Menü Kanal den Softkey **Invertieren**, um den ausgewählten Kanal zu invertieren:

Wird die Funktion **Invertieren** ausgewählt, werden die Spannungswerte der angezeigten Wellenform umgekehrt.

Die Invertierfunktion beeinflusst die Anzeige des Kanals. Bei Verwendung der Grundtrigger versucht das Oszilloskop jedoch, denselben Triggerpunkt durch Ändern der Triggereinstellungen beizubehalten.

Durch das Invertieren eines Kanals wird auch das Ergebnis mathematischer Funktionen geändert, die entweder im Menü Wellenform Math. oder in einer anderen Messung ausgewählt wurden.

Einstellen der Messsondenoptionen für den Analogkanal

1. Drücken Sie die mit der Messsonde verbundene Kanaltaste.
2. Drücken Sie im Menü Kanal auf den Softkey **Messsonde**, um das Menü Kanalmesssonde anzuzeigen.

   In diesem Menü können Sie zusätzliche Tastkopfparameter, beispielsweise Dämpfungsfaktor und Messeinheiten für den angeschlossenen Tastkopf auswählen.

   Das Menü Kanalmesssonde ändert sich abhängig vom Typ der angeschlossenen Messsonde.

   Für passive Tastköpfe erscheint der Softkey **Messsonde überprüfen**, er führt Sie durch das Verfahren zur Kompensation von Messsonden.

   Für einige aktiven Tastköpfe (wie InfiniiMax Tastköpfe), kann das Oszilloskop die Analogkanäle präzise für die Messsonde kalibrieren. Wenn Sie eine kalibrierbare Messsonde anschließen, wird der Softkey **Messsonde kalibrieren** aktiv (und der Softkey für die Messsondendämpfung ändert sich gegebenenfalls). Siehe hierzu "So kalibrieren Sie eine Messsonde" auf Seite 96.

Siehe auch
- "So legen Sie die Kanaleinheiten fest" auf Seite 94
- "So legen Sie die Messsondendämpfung fest" auf Seite 95
- "So legen Sie den Messsondenversatz fest" auf Seite 96

So legen Sie die Kanaleinheiten fest

1. Drücken Sie die mit der Messsonde verbundene Kanaltaste.
2. Drücken Sie im Menü Kanal den Softkey **Messsonde**.
3. Drücken Sie im Messsonden-Menü für den Kanal den Softkey **Einheiten**. Treffen Sie anschließend folgende Auswahl:
   - **Volt** – für eine Spannungsmesssonde.
   - **Amp** – für eine Strommesssonde.

Eingangsempfindlichkeit, Triggerpegel, Messergebnisse und mathematische Funktionen werden in den von Ihnen zuvor gewählten Einheiten angegeben.

So legen Sie die Messsondendämpfung fest

Diese wird automatisch eingestellt, wenn das Oszilloskop die angeschlossene Messsonde erkennen kann. Siehe Analogkanaleingänge (see Seite 47).

Der Faktor für die Messsondendämpfung muss korrekt eingestellt werden, um genaue Messergebnisse zu erhalten.

Bei Anschluss einer Messsonde, die das Oszilloskop nicht automatisch erkennen kann, ist der Dämpfungsfaktor wie folgt manuell einzustellen:

1. Drücken Sie die Kanaltaste.
2. Drücken Sie auf den Softkey **Messsonde**, bis die gewünschte Art der Angabe des Dämpfungsfaktors erscheint. Sie können zwischen **Verhältnis** und **Dezibel** wählen.
3. Drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Dämpfungsfaktor für den angeschlossenen Tastkopf einzustellen.

Der Wert kann bei Spannungswertmessungen im Bereich von 0.1:1 bis 10000:1 in 1-2-5-Schritten eingestellt werden.

Beim Messen von Stromwerten mit einer Strommesssonde kann der Dämpfungsfaktor von 10 V/A bis 0.0001 V/A eingestellt werden.

Zur Angabe des Dämpfungsfaktors in Dezibel können Werte von -20 dB bis 80 dB gewählt werden.

Wenn Amps als Einheit und ein manueller Dämpfungsfaktor ausgewählt werden, dann werden die Einheiten und der Dämpfungsfaktor über dem Softkey **Messsonde** angezeigt.

So legen Sie den Messsondenversatz fest

Bei der Messung von Zeitintervallen im Nanosekundenbereich (ns) können sich geringe Unterschiede in der Kabellänge auf die Messung auswirken. Mit der Funktion **Versatz** können Kabelverzögerungsfehler zwischen zwei Kanälen behoben werden.

1. Testen Sie dasselbe Objekt mit beiden Messsonden.
2. Drücken Sie die mit einem der Messsonden verbundene Kanaltaste.
3. Drücken Sie im Menü Kanal den Softkey **Messsonde**.
4. Drücken Sie im Messnü für den Kanal den Softkey **Versatz**. Wählen Sie anschließend den gewünschten Versatzwert aus.

Für jeden Analogkanal kann eine Einstellung von ±100 ns in 10 ps-Stufen vorgenommen werden. Dies ergibt einen maximalen Einstellungsunterschied von 200 ns.

Die Versatzeinstellung wird durch Drücken von **[Default Setup] Standard-Setup** oder **[Auto Scale] Auto-Skal.** nicht beeinflusst.

So kalibrieren Sie eine Messsonde

Der Softkey **Tastkopf kalibrieren** leitet Sie durch den Vorgang zum Kalibrieren von Messsonden.

Bei bestimmten aktiven Messsonden, z. B. bei InfiniiMax-Messsonden, kann das Oszilloskop die Analogkanäle präzise für die Messsonde kalibrieren. Wenn Sie eine kalibrierbare Messsonde anschließen, wird der Softkey **Tastkopf kalibrieren** im Messsonden-Menü für den Kanal aktiv.

So kalibrieren Sie eine dieser Messsonden:

1. Verbinden Sie zuerst die Messsonde mit einem Kanal des Oszilloskops.

   Hierbei kann es sich beispielsweise um einen InfiniiMax-Messsondenverstärker/Tastkopf mit angeschlossenen Abschwächern handeln.
2. Schließen Sie die Messsonde auf der linken Seite an den Messsondenkomp.-Anschluss Demo 2 und die Messsondenerdung an den Erdungsanschluss an.

HINWEIS **Bei der Kalibrierung einer Differenzialmesssonde schließen Sie die positive Leitung an den Messsondenkomp.-Anschluss und die negative Leitung an den Erdungsanschluss an. Sie müssen hier unter Umständen eine Krokodilklemme an der Erdungsöse befestigen, damit der Differentialtastkopf zwischen dem Messsondenkomp.-Testpunkt und der Erdung nicht behindert wird. Ein guter Erdungsanschluss gewährleistet eine optimale Messsondenkalibrierung.**

3 Drücken Sie gegebenenfalls die Taste zum Ein- und Ausschalten des Kanals, um den Kanal einzuschalten.

4 Drücken Sie im Menü Kanal den Softkey **Messsonde**.

5 Im Messsonden-Menü für den Kanal dient der zweite Softkey von links zum Festlegen des Tastkopfs (und der Abschwächung). Drücken Sie diesen Softkey wiederholt, bis der ausgewählte Tastkopf dem verwendeten Abschwächer entspricht.

   Folgende Optionen stehen zur Auswahl:

   - 10:1 1-poliger Browser (kein Abschwächer).
   - 10:1 Differenzieller Browser (kein Abschwächer).
   - 10:1 (+6 dB Abschw.) 1-poliger Browser.
   - 10:1 (+6 dB Abschw.) Differenzieller Browser.
   - 10:1 (+12 dB Abschw.) 1-poliger Browser.
   - 10:1 (+12 dB Abschw.) Differenzieller Browser.
   - 10:1 (+20 dB Abschw.) 1-poliger Browser.
   - 10:1 (+20 dB Abschw.) Differenzieller Browser.

6 Drücken Sie den Softkey **Tastkopf kalibrieren** und befolgen Sie die Anweisungen auf dem Display.

Weitere Informationen zu InfiniiMax-Messsonden und -Zubehör finden Sie im *Benutzerhandbuch* zur Messsonde.

4 Mathematische Wellenformen

So zeigen Sie mathematische Wellenformen an / 99
So passen Sie Skalierung und Offset der math. Wellenform an / 101
Einheiten für Math. Wellenformen / 102
Math. Operatoren / 102
Mathematische Transformationen / 105
Math. Filter / 123
Math. Visualisierungen / 126

Sie können bis zu vier mathematische Funktionen definieren und anzeigen: Mathematische Funktionskurven werden in hellvioletten Schattierungen angezeigt.

Mathematische Funktionen können mit analogen Kanälen oder einfachen mathematischen Funktionen durchgeführt werden, wenn andere Operatoren als die für einfache arithmetische Operationen (+, -, *, /) verwendet werden.

So zeigen Sie mathematische Wellenformen an

1 Drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld die Taste **[Math] Math.**, um das Menü Wellenform Math. anzuzeigen.

2 Drücken Sie den Softkey **Math. anzeigen** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die gewünschte mathematische Funktion anzuzeigen. Anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf oder drücken den Softkey **Math. anzeigen** erneut, um die ausgewählte mathematische Funktion anzuzeigen.

3 Wählen Sie mit dem Softkey **Operator** einen Operator, eine Transformation, einen Filter oder eine Visualisierung aus.

Weitere Informationen zu den Operatoren finden Sie unter:

- "Math. Operatoren" auf Seite 102
- "Mathematische Transformationen" auf Seite 105
- "Math. Filter" auf Seite 123
- "Math. Visualisierungen" auf Seite 126

4 Wählen Sie mit dem Softkey **Quelle 1** den Analogkanal (oder niedrige mathematische Funkion) aus, auf den die mathematische Funktion angewendet werden soll. Sie können den Eingabedrehknopf drehen oder den Softkey **Quelle 1** wiederholt drücken, um die Auswahl zu treffen.

Höhere mathematische Funktionen können für niedrigere mathematische Funktionen ausgeführt werden. Wird z. B. **Math 1** als Substraktionsoperation zwischen den Kanälen 1 and 2 festgelegt, kann die Funktion **Math 2** als FFT-Operation für die Funktion Math 1 eingestellt werden. Dabei spricht man von kaskadierten mathematischen Funktionen.

Zur Kaskadierung mathematischer Funktionen wählen Sie die einfache mathematische Funktion mithilfe des Softkeys **Quelle 1** aus.

TIPP

Bei der Kaskadierung mathematischer Funktionen sollten Sie, um möglichst präzise Ergebnisse zu erhalten, unbedingt die niedrigeren mathematischen Funktionen vertikal skalieren, damit ihre Wellenformen ohne Reduzierung den gesamten Bildschirm einnehmen können.

5 Wenn Sie für die mathematische Funktion einen arithmetischen Operator auswählen, wählen Sie mit dem Softkey **Quelle 2** die zweite Quelle für die arithmetische Operation aus.

6 Informationen zur Größenanpassung und Neupositionierung der math. Wellenform finden Sie unter "So passen Sie Skalierung und Offset der math. Wellenform an" auf Seite 101.

TIPP

Hinweise zur Anwendung der mathematischen Funktionen

Falls der Analogkanal oder die mathematische Funktion abgeschnitten (d. h. nicht vollständig auf dem Bildschirm dargestellt) werden, ist auch das Ergebnis der mathematischen Funktion abgeschnitten.

Wenn das Ergebnis angezeigt wird, können Sie die Analogkanäle, auf die sich die mathematische Funktion bezieht, abschalten, um das Ergebnis besser sehen zu können.

Bei Bedarf können Sie die Vertikal-Skalierung und den Offset für mathematische Funktionen an Ihre individuellen Anforderungen anpassen.

Die Wellenform für die math. Funktion kann mit **[Cursors] Cursor** und/oder **[Meas] Mess.** gemessen werden.

So passen Sie Skalierung und Offset der math. Wellenform an

1 Stellen Sie sicher, dass der Multiplex-Skalenknopf und der Multiplex-Positionsknopf oberhalb und unterhalb der Taste **[Math] Math.** für die math. Wellenform ausgewählt sind.

   Wenn der Pfeil links neben der Taste **[Math] Math.** nicht leuchtet, drücken Sie die Taste.

2 Verwenden Sie die Multiplex-Skalen- und Positionsknöpfe rechts neben der Taste **[Math] Math.**, um Größe und Position der mathematischen Wellenform zu ändern.

HINWEIS

Math. Skalierung und Offset werden automatisch eingestellt

Bei jeder Änderung der aktuell angezeigten Definition der mathematischen Funktion, wird diese automatisch für eine optimale Vertikal-Skalierung und einen optimalen Offset skaliert. Erfolgt die Einstellung der Skalierung oder des Offsets manuell, wählen Sie eine neue Funktionen und dann die Originalfunktion, um diese automatisch neu zu skalieren.

Siehe auch · "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102

Einheiten für Math. Wellenformen

Mit dem Softkey **Einheiten** im Menü Messsonde des Kanals können Sie den Eingangskanal auf Volt oder Ampere einstellen. Folgende Einheiten für math. Funktionswellenformen sind verfügbar:

Mathematische Funktion	Einh.
Addition oder Subtraktion	V oder A
Multiplikation	V^2, A^2 oder W (Volt-Amp)
d/dt	V/s oder A/s (V/Sekunde oder A/Sekunde)
$\int dt$	V oder A (V-Sekunden oder A-Sekunden)
FFT	dB* (Dezibel) Siehe auch "FFT-Einheiten" auf Seite 115.
√(Quadratwurzel)	$V^{1/2}$, $A^{1/2}$, oder $W^{1/2}$ (Volt-Amp)
* Handelt es sich bei der FFT-Quelle um Kanal 1, 2, 3 oder 4, werden die FFT-Einheiten in dBV angezeigt, sofern die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 1 MΩ eingestellt sind. Sind die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 50Ω eingestellt, werden die FFT-Einheiten in dBm angezeigt. Für alle anderen FFT-Quellen oder in Fällen, in denen die Quellkanaleinheiten auf Amp eingestellt wurden, werden die FFT-Einheiten in dB angezeigt.	

Die Skalierungseinheit **U** (nicht definiert) wird für math. Funktionen angezeigt, wenn zwei Quellkanäle verwendet werden und für diese beiden Kanäle unterschiedliche Einheiten eingestellt wurden und die Kombination dieser Einheiten nicht aufgelöst werden kann.

Math. Operatoren

Mathematische Operatoren führen arithmetische Operationen (Addieren, Subtrahieren oder Multiplizieren) an analogen Eingangskanälen aus.

- "Addieren oder Subtrahieren" auf Seite 103
- "Multiplikation oder Division" auf Seite 104

Addieren oder Subtrahieren

Wenn Sie Addieren oder Subtrahieren wählen, werden die Werte von **Quelle 1** und **Quelle 2** Punkt für Punkt addiert bzw. subtrahiert und das Ergebnis angezeigt.

Sie können die Subtraktion für Differenzmessungen oder zum Vergleich zweier Wellenformen einsetzen.

Falls die DC-Offsets Ihrer Wellenform größer sind als der Dynamikbereich der Eingangskanäle des Oszilloskops, müssen Sie stattdessen eine Differentialmesssonde verwenden.

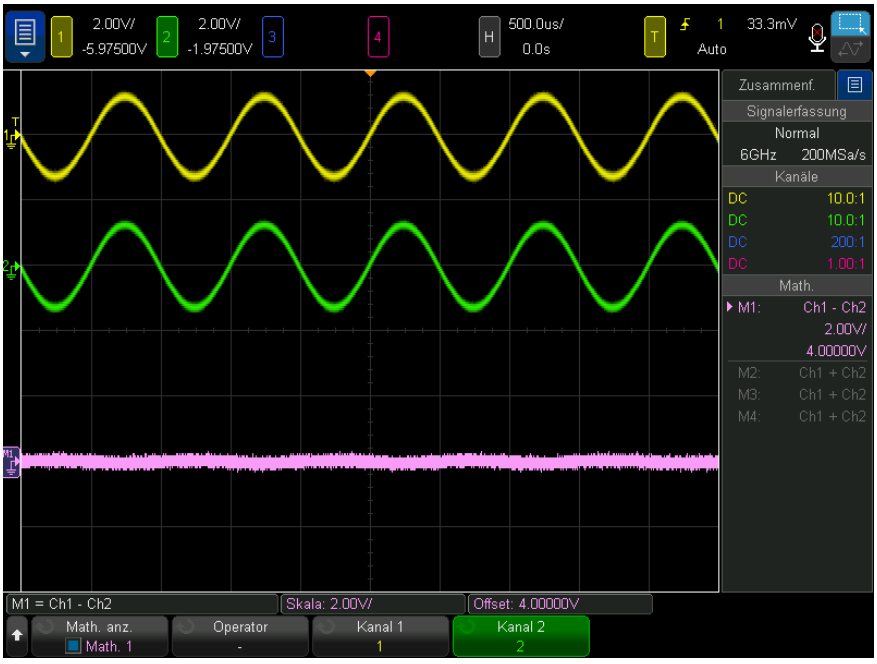


Abbildung 5 Beispiel: Subtraktion von Kanal 2 von Kanal 1

Siehe auch

- "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102

Multiplikation oder Division

Wenn Sie die mathematische Funktion Multiplikation oder Division wählen, werden die Werte von **Quelle 1** und **Quelle 2** Punkt für Punkt multipliziert und das Ergebnis angezeigt.

Der Fall Dividieren durch Null erzeugt Lücken (d.h. Nullwerte) in der Ausgabewellenform.

Die Multiplikation eignet sich zur Betrachtung von Leistungsverhältnissen, wenn einer der Kanäle proportional zur Stromstärke ist.

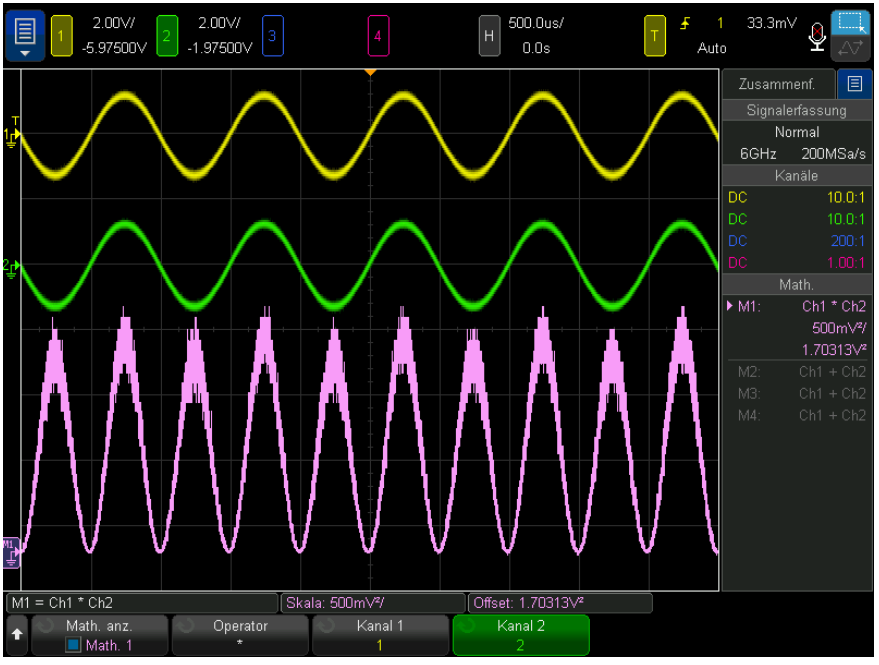


Abbildung 6 Beispiel: Multiplikation von Kanal 1 mit Kanal 2

Siehe auch

- "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102

Mathematische Transformationen

Mathematische Transformationen führen eine Transformationsfunktion (wie Differenzieren, Integrieren, FFT oder Quadratwurzel) an einem analogen Eingangskanal oder am Ergebnis einer arithmetischen Operation aus.

- "Differenzieren" auf Seite 105
- "Integrieren" auf Seite 106
- "FFT-Spektrum" auf Seite 109
- "Quadratwurzel" auf Seite 118
- "Ax + B" auf Seite 119
- "Quadrat" auf Seite 120
- "Absoluter Wert" auf Seite 120
- "Dekadischer Logarithmus" auf Seite 121
- "Natürlicher Logarithmus" auf Seite 121
- "Exponential" auf Seite 122
- "10er-Exponentialfunktion" auf Seite 122

Differenzieren

Die Funktion **d/dt** (Differenzieren) berechnet die erste Ableitung der ausgewählten Quelle nach der Zeit.

Sie können diese Funktion dazu benutzen, die Steilheit einer Wellenform zu messen. Mithilfe der Differentiationsfunktion können Sie beispielsweise die Anstiegsgeschwindigkeit eines Operationsverstärkers bestimmen.

Da die Differentiation sehr empfindlich gegenüber Rauschen ist, empfiehlt es sich, den Erfassungsmodus auf **Mittelwb.** einzustellen (siehe "Auswählen des Erfassungsmodus" auf Seite 238).

Die Funktion **d/dt** zeichnet die Ableitung der ausgewählten Quelle mit der Formel „durchschnittliche Flanke geschätzt mit 4 Punkten" auf. Die Gleichung lautet:

$$d_i = \frac{y_{i+4} + 2y_{i+2} - 2y_{i-2} - y_{i-4}}{8\,\Delta t}$$

Wobei:

- d = Differentialwellenform
- y = Kanal 1, 2, 3, 4, oder Math 1, Math 2, Math 3 (einfache math. Funktion) Datenpunkte.
- i = Datenpunktindex
- Δt = Zeitdifferenz zwischen den Datenpunkten

Abbildung 7 Beispiel der Differentiationsfunktion

Siehe auch
- "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102

Integrieren

∫ dt (Integration) berechnet das Integral der gewählten Datenquelle über die Zeit. Sie zeigt die akkumulierte Menge an Änderungen.

Sie können die Integration verwenden, um die Energie eines Impulses in Volt-Sekunden zu berechnen oder den Bereich unter einer Wellenform zu messen, indem die Differenz im Integrationsfunktionswert über den Puls oder über die Wellenform gemessen wird.

∫ dt zeichnet das Integral der Datenquelle nach der „Trapezregel" auf. Die Gleichung lautet:

$$I_n = c_o + \Delta t \sum_{i=0}^{n} y_i$$

Wobei:

- I = Integrierte Wellenform
- Δt = Zeitdifferenz zwischen den Datenpunkten
- y = Kanal 1, 2, 3, 4, oder Math 1, Math 2, Math 3 (einfache math. Funktion) Datenpunkte.
- c_o = beliebig wählbare Konstante.
- i = Datenpunktindex

Der Integrationsoperator bietet einen Softkey **Offset**, mit dem Sie einen DC-Offset-Korrekturfaktor für das Eingangssignal eingeben können. Ein kleiner DC-Offset in der Integrationsfunktionseingabe (oder auch kleine Oszilloskop-Kalibrierungsfehler) kann dazu führen, dass die Integrationsfunktionsausgabe ansteigt oder abfällt. Diese DC-Offset-Korrektur ermöglicht das Glätten der integrierten Wellenform.

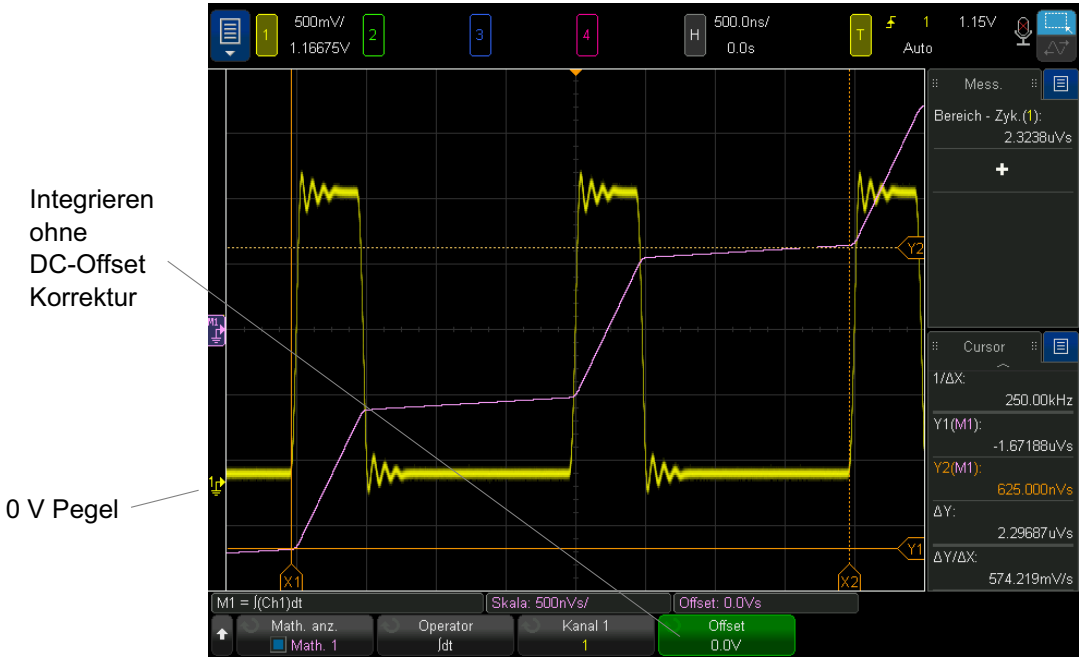


Abbildung 8 Integration ohne Signal-Offset

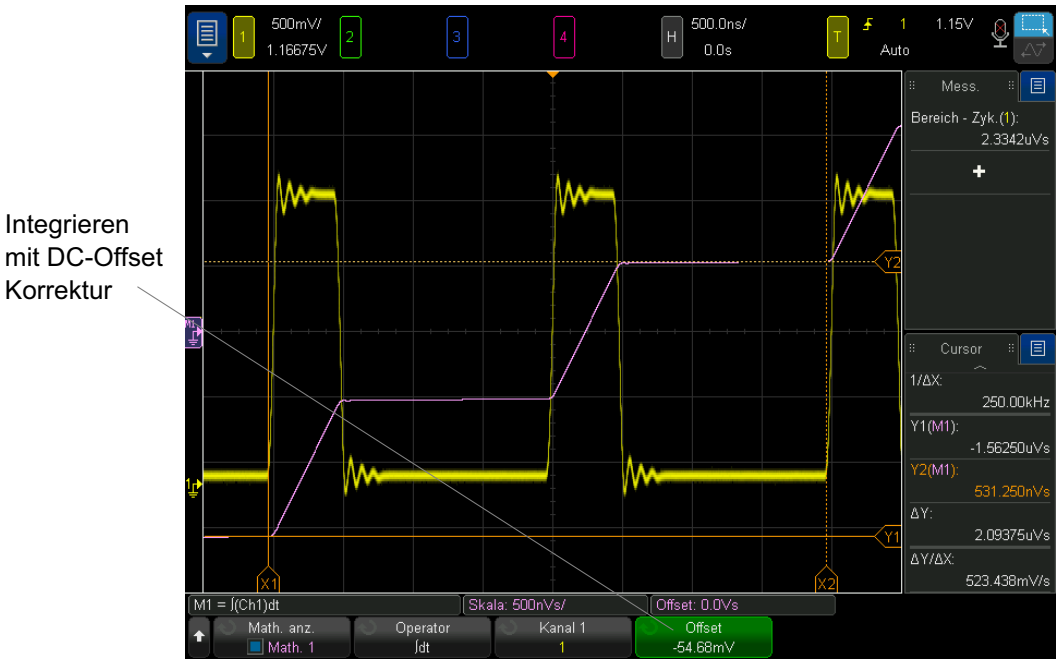


Abbildung 9 Integration mit Signal-Offset

Siehe auch · "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102

FFT-Spektrum

FFT wird zum Berechnen der schnellen Fourier-Transformation mithilfe analoger Eingangskanäle oder einer einfachen mathematischen Funktion verwendet. FFT erfasst den digitalisierten Zeiteintrag der angegebenen Quelle und wandelt ihn in einen Frequenzbereich um. Mit der FFT-Funktion wird das FFT-Spektrum auf dem Oszilloskop-Display vergrößert in dBV im Vergleich zur Frequenz aufgezeichnet. Die Bezeichnung der horizontalen Achse wird von Zeit in Frequenz (Hertz) geändert und die Bezeichnung der vertikalen Achse wird von Volt zu db geändert.

Die FFT-Funktion eignet sich zur Analyse von Problemen durch Übersprechen oder Verzerrungen in analogen Wellenformen, hervorgerufen durch nichtlineare Verstärker. Außerdem dient die Funktion zum Abgleich von Analogfiltern.

So zeigen Sie eine Wellenform an:

1 Drücken Sie den Softkey **Math. anzeigen** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die gewünschte mathematische Funktion anzuzeigen. Anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf oder drücken den Softkey **Math. anzeigen** erneut, um die ausgewählte mathematische Funktion anzuzeigen.

2 Drücken Sie die Taste **[Math] Math.**. Danach drücken Sie den Softkey **Math. anzeigen** und wählen die mathematische Funktion, die Sie verwenden möchten. Anschließend drücken Sie den Softkey **Operator** und wählen**FFT**.

- **Quelle 1** - Auswahl der Datenquelle für die FFT-Operation.
- **Spanne**/**Mitte** oder **Start-Freq.**/**Stopp-Freq.** – dieses Softkey-Paar ermöglicht Ihnen die Definition des angezeigten Frequenzbereichs. Drücken Sie die Softkeys, um zwischen folgenden Optionen zu wechseln:
  - **Spanne**/**Mitte** – **Spanne** bestimmt den Frequenzbereich, der durch die Breite der Anzeige dargestellt wird. Die Frequenz pro Skalenteil wird berechnet, indem Sie die Messbandbreite durch 10 dividieren. **Mitte** bestimmt die Frequenz an der mittigen vertikalen Gitterrasterlinie der Anzeige.
  - **Start-Freq.**/**Stopp-Freq.** – **Start-Freq.** bestimmt die Frequenz auf der linken Seite der Anzeige. **Stopp-Freq.** bestimmt die Frequenz auf der rechten Seite der Anzeige.

  Zur Festlegung der gewünschten Werte berühren Sie den Softkey-Text im Bildschirm, um ein Dialogfeld für die Tasteneingabe zu erhalten, oder drehen Sie den Eingabedrehknopf.
- **Skala** – Einstellen einer benutzerdefinierten Vertikal-Skalierung für die FFT-Funktionen. Die Einheit ist dB/div (Dezibel/Division). Siehe hierzu "So passen Sie Skalierung und Offset der math. Wellenform an" auf Seite 101.
- **Offset** – Einstellen von benutzerdefinierten Offset-Werten für die FFT-Funktion. Der Offset-Wert wird in der mittig angezeigten horizontalen Gitterrasterlinie in dB angezeigt. Siehe hierzu "So passen Sie Skalierung und Offset der math. Wellenform an" auf Seite 101.
- **Mehr FFT** – zeigt das Menü Weitere FFT-Einstellungen an.

3 Den Softkey **Mehr FFT** drücken, um weitere FFT-Einstellungen anzuzeigen.

- **Fenster** – Auswahl eines Fensters zur Anwendung Ihres FFT-Eingangssignals:
  - **Hanning** – Fenster zum Ausführen von genauen Frequenzmessungen oder zum Auflösen von zwei nahe beieinander liegenden Frequenzen.
  - **Flache Oberseite** – Fenster zum Erstellen präziser Amplitudenmessungen von Frequenzspitzen.
  - **Rechteckig** – gute Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit, jedoch nur zu verwenden, wenn keine spektrale Verbreiterung auftritt. Verwenden Sie diese Funktion für Signale mit „Selbst"-Fensterung wie z. B. Pseudo-Rauschen, Impulse, Sinus-Bursts und abklingende Sinussignale.
  - **Blackman -Harris** – diese Fensterfunktion reduziert die Zeitauflösung verglichen mit einem Rechteck-Fenster, aber sie verbessert durch niedrigere Sekundärkeulen die Fähigkeit, kleinere Impulse zu erkennen.
- **Vertikaleinheiten** – ermöglicht das Auswählen von Dezibel oder V RMS als Einheit für die FFT-Vertikalskalierung.
- **Auto Setup** – stellt die Frequenzspanne und die Mittenwerte so ein, dass das gesamte verfügbare Spektrum dargestellt wird. Die oberste verfügbare Frequenz ist gleich der halben effektiven FFT-Abtastrate. Diese ist eine Funktion der Zeitbasis-Einstellung. Die FFT-Auflösung ist der Quotient von Abtastrate und Anzahl der FFT-Punkte (f_S/N). Die aktuelle FFT-Auflösung wird oberhalb der Softkeys angezeigt.

HINWEIS

Überlegungen zur Skalierung und zum Offset

Falls Sie die FFT-Skalierung oder die Offset-Einstellungen nicht mithilfe des Drehknopfes zur horizontalen Anzeige manuell ändern möchten, werden die Spanne und die Mittenfrequenz automatisch so eingestellt, dass das Spektrum vollständig dargestellt wird.

Wenn Sie die Skalierung oder den Offset manuell einstellen, bleiben die Einstellungen für Spanne und Mittenfrequenz bei Betätigung des horizontalen Drehknopfes unverändert. Dadurch können Sie Details im Bereich einer bestimmten Frequenz besser erkennen.

Drücken Sie den Softkey FFT **Auto-Setup**, um Wellenform und Spanne automatisch neu zu skalieren. Die Spanne und die Mittenfrequenz werden wieder automatisch der Einstellung der horizontalen Skalierung angepasst.

4 Drücken Sie zum Ausführen von Cursor-Messungen die Taste **[Cursors] Cursor** und stellen Sie dann den Softkey **Quelle** auf **Math N**.

Verwenden Sie die Cursor X1 und X2 für die Messung von Frequenzwerten und der Differenz zweier Frequenzwerte (ΔX). Verwenden Sie die Cursor Y1 und Y2 für die Messung der Amplitude in dB und der Amplitudendifferenz (ΔY).

5 Drücken Sie zum Ausführen von weiteren Cursor-Messungen die Taste **[Meas] Mess.** und stellen Sie dann den Softkey **Quelle** auf **Math N**.

Für FFT-Signale können Spitze-Spitze, Maximal-, Minimal- und durchschnittliche Messungen der Dezibel ausgeführt werden. Wenn Sie die X-Messung beim Y-Maximalwert verwenden, wird der Frequenzwert beim ersten Auftreten des Wellenformmaximums angezeigt.

Um das folgende FFT-Spektrum zu erhalten, wurde ein Rechtecksignal von 2,5 V, 100 kHz mit Kanal 1 verbunden. Die horizontale Skalierung wurde auf 50 µs/Div., die vertikale Empfindlichkeit auf 1 V/Div., Einheiten/Div. auf 20 dBV, Offset auf -40,0 dBV, Mittenfrequenz auf 500 kHz, Frequenzspanne auf 1 MHz und Fenster auf Hanning eingestellt.

Siehe auch
- "Suche nach FFT-Spitzen" auf Seite 113
- "Hinweise zur FFT-Messung" auf Seite 114
- "FFT-Einheiten" auf Seite 115
- "FFT-DC-Wert" auf Seite 115
- "FFT-Aliasing" auf Seite 116
- "FFT-Spektralverbreiterung" auf Seite 117
- "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102

Suche nach FFT-Spitzen

So suchen Sie nach mathematischen FFT-Funktionsfrequenzspitzen:

1. Drücken Sie auf **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen** und drehen Sie dann am Eingabedrehknopf, um **Frequenzspitzen** auszuwählen.
3. Drücken Sie **Quelle** und wählen Sie die FFT-Funktionskurve für die Suche.
4. Drücken Sie **Max. Anz. Spitzen** und geben Sie die maximale Anzahl der aufzufindenden FFT-Spitzenwerte an.
5. Drücken Sie **Grenzwert** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Schwellenwertpegel anzugeben, der erforderlich ist, um als Spitzenwert zu gelten.
6. Drücken Sie **Abweichung**, um eine Amplitude über dem Eigenrauschen der FFT-Wellenform anzugeben, die erforderlich ist, um als Spitzenwert erkannt zu werden.

   Beachten Sie, dass das Eigenrauschen der FFT-Wellenform unterschiedlich ist, wenn zusätzliche mathematische Funktionen auf den FFT angewandt werden:

   - Bei Anwendung von**Gemittelter Wert**, **Max halten**, oder **Min halten** ist das Eigenrauschen der FFT-Wellenform stabiler, und Einstellungen für den Grad der Abweichung sind präziser.
   - Werden keine zusätzlichen mathematischen Funktionen angewandt (normal), ist das Eigenrauschen der FFT-Wellenform weniger stabil, und die Einstellungen für den Grad der Abweichung sind weniger präzise.

Weiße Pfeilköpfe am oberen Gitterraster zeigen, wo FFT-Spitzenwerte gefunden werden.

Wenn Erfassungen gestoppt werden, können Sie mit den **[Navigate] Navigieren**-Tasten in den gefundenen Suchergebnisse navigieren.

Hinweise zur FFT-Messung

Der FFT-Datensatz kann bis zu 65.536 Punkte betragen. Bei maximaler Frequenzspanne werden alle Punkte angezeigt. In der FFT-Betriebsart können Sie, ähnlich wie bei einem Spektrumanalysator, mithilfe der Messbandbreite- und Mittenfrequenz-Einsteller das Signal verschieben und vergrößern, um interessierende Details genauer zu analysieren. Platzieren Sie den gewünschten Teil des Signals in die Bildschirmmitte und reduzieren Sie zur Erhöhung der Auflösung die Messbandbreite. Beim Verkleinern der Messbandbreite verringert sich die Anzahl der angezeigten Messpunkte und das Display wird vergrößert.

In der FFT-Betriebsart können Sie mit den Tasten **[Math] Math.** und **[Cursors] Cursor** zwischen den Messfunktionen und den Steuerfunktionen des Frequenzbereichs im FFT-Menü umschalten.

HINWEIS

FFT-Auflösung

Die FFT-Auflösung ist der Quotient von Abtastrate und Anzahl der FFT-Punkte (f_S/N). Mit einer festgelegten Anzahl von FFT-Punkten (bis zu 65.536) ist die Auflösung umso besser, je niedriger die Abtastrate ist.

Wenn die effektive Abtastrate durch Auswahl einer höheren Zeit-/Div-Einstellung reduziert wird, erhöht sich die Niederfrequenzauflösung im FFT-Display, aber auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Alias-Signalen. Die Auflösung der FFT-Funktion ist die tatsächliche Abtastgeschwindigkeit dividiert durch die Anzahl der Punkte. Die tatsächliche Display-Auflösung ist nicht so fein, da die Fensterform dem tatsächlichen Begrenzungsfaktor entspricht, der im FFT-Betrieb für die Auflösung von zwei nahe aneinander liegenden Frequenzen möglich ist. Wenn Sie testen möchten, wie gut mit FFT zwei nahe aneinander liegende Frequenzen aufgelöst werden können, prüfen Sie die Seitenfrequenzen eines amplitudenmodulierten Sinussignals.

Eine größtmögliche Genauigkeit für Messungen an Signalspitzen erreichen Sie wie folgt:

- Achten Sie auf eine korrekte Einstellung des Tastkopfdämpfungsfaktors. Handelt es sich bei dem Operanden um einen Kanal, kann die Messsondendämpfung im Menü Kanal eingestellt werden.
- Stellen Sie die Empfindlichkeit des Quellenkanals so ein, dass das Eingangssignal fast das ganze Display ausfüllt, aber nicht abgeschnitten wird.
- Verwenden Sie die Fensterfunktion „Flat Top".

- Stellen Sie eine hohe FFT-Empfindlichkeit ein, beispielsweise 2 dB/Division.

Die größte Frequenzgenauigkeit beim Messen von Signalspitzen erreichen Sie wie folgt:

- Verwenden Sie die Fensterfunktion Hanning.
- Setzen Sie einen X-Cursor auf die interessierende Frequenz.
- Passen Sie die Messbandbreite an, damit Sie den Cursor genauer positionieren können.
- Kehren Sie wieder zum Menü Cursors zurück und positionieren Sie den X-Cursor so genau wie möglich.

Weitere Informationen über die Verwendung der FFT-Funktion finden Sie in dem Keysight Applikationsbericht Nr. 243 *The Fundamentals of Signal Analysis* (auf Deutsch erschienen als „Grundlagen der dynamischen Signalanalyse") unter http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf. Zusätzliche Informationen finden Sie auch in Kapitel 4 des Buches *Spectrum and Network Measurements* von Robert A. Witte.

FFT-Einheiten

0 dBV ist die Amplitude einer 1 Veff-Sinuskurve. Handelt es sich bei der FFT-Datenquelle um Kanal 1 oder 2 (oder bei 4-Kanal-Modellen um Kanal 3 oder 4), werden die FFT-Einheiten in dBV angezeigt, sofern die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 1 MΩ eingestellt sind.

Sind die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 50Ω eingestellt, werden die FFT-Einheiten in dBm angezeigt.

Für alle anderen FFT-Quellen oder in Fällen, in denen die Quellkanaleinheiten auf Amp eingestellt wurden, werden die FFT-Einheiten in dB angezeigt.

FFT-DC-Wert

Der von der FFT-Funktion gelieferte DC-Wert ist im allgemeinen falsch. Der Offset in der Bildschirmmitte wird nicht berücksichtigt. Der DC-Wert wird deshalb nicht korrigiert, damit auch Frequenzkomponenten nahe bei DC korrekt dargestellt werden.

FFT-Aliasing

Bei FFT-Messungen muss das Frequenz-Aliasing berücksichtigt werden. Dies setzt voraus, dass der Betreiber über die erforderlichen Inhalte der Frequenzdomäne informiert ist. Außerdem müssen für die FFT-Messung die Abtastgeschwindigkeit, die Messbandbreite und die Vertikal-Bandbreite des Oszilloskops berücksichtigt werden. Die FFT-Auflösung (der Quotient aus der Abtastrate und der Anzahl an FFT-Punkten) wird im FFT-Menü oberhalb der Softkeys angezeigt.

HINWEIS

Nyquist-Frequenz und Aliasing im Frequenzbereich

Die Nyquist-Frequenz ist die höchste Frequenz, die ein Echtzeit-Digitalisierungsoszilloskop ohne Aliasing erfassen kann. Diese Frequenz entspricht der Hälfte der Abtastrate. Frequenzen oberhalb der Nyquist-Frequenz werden unzureichend abgetastet, was zum Aliasing führt. Weil die Frequenzanteile, die den Aliasing-Effekt verursachen, bei Anzeige des Frequenzbereichs von der Frequenz zurückklappen, wird die Nyquist-Frequenz auch als Faltfrequenz bezeichnet.

Aliasing-Signale entstehen, wenn das Signal Komponenten enthält, deren Frequenz höher ist als die halbe Abtastgeschwindigkeit. Da das FFT-Spektrum durch diese Frequenz begrenzt ist, werden alle weiteren höheren Komponenten mit einer niedrigeren (Aliasing-) Frequenz angezeigt.

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Aliasing-Funktion. Es ist ein Spektrum eines 990 Hz Rechtecksignals zu sehen, das zahlreiche Oberwellen enthält. Die Einstellung Horizontale Zeit/Skalenteil für die Rechteckwelle legt die Abtastrate und die Ergebnisse mit einer FFT-Auflösung von 1,91 Hz fest. Das angezeigte FFT-Spektrum-Signal zeigt die Komponenten des Eingangssignals an, die oberhalb der Nyquist-Frequenz liegen und im Display gespiegelt (Aliasing) sowie an der rechten Flanke ausgeblendet werden.

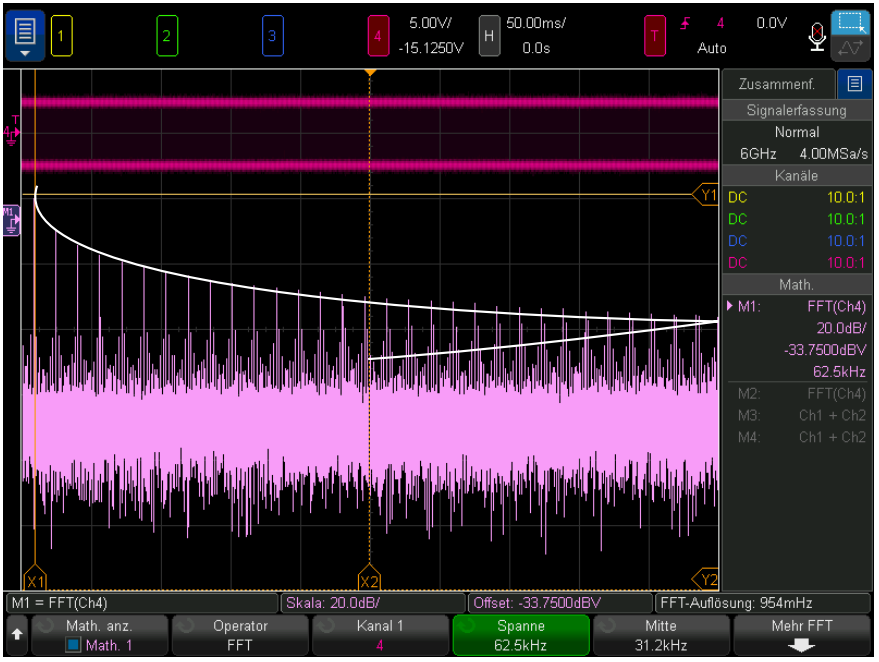


Abbildung 10 Aliasing

Die Frequenzspanne reicht von ≈ 0 bis zur Nyquist-Frequenz. Zur Vermeidung von Aliasing-Effekten sollte die Frequenzspanne größer sein als die Frequenz der höchsten signifikanten Signalkomponente des Eingangssignals.

FFT-Spektralverbreiterung

Die FFT-Operation setzt einen periodischen Zeitdatensatz voraus. Diese Bedingung ist nur dann erfüllt, wenn der Zeitdatensatz exakt eine ganzzahlige Anzahl von Signalzyklen enthält. Ist dies nicht der Fall, so tritt am Ende des Zeitdatensatzes eine Unstetigkeit auf. Diese Unstetigkeit wird auch als Verbreiterung bezeichnet. Zur Minimierung der spektralen Verbreiterung werden die Fenster, die am Anfang und Ende des Signals nahe 0 liegen, als FFT-Filter verwendet. Im Menü FFT sind vier Fensterfunktionen verfügbar: Hanning, Flache Oberseite, Rechteck und Blackman-Harris. Weitere Informationen über die Verbreiterung finden Sie in dem Keysight Applikationsbericht Nr. 243 The

Fundamentals of Signal Analysis (auf Deutsch erschienen als „Grundlagen der dynamischen Signalanalyse") unter *http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf*.

Quadratwurzel

Die Quadratwurzelfunktion (√) berechnet die Quadratwurzel der ausgewählten Quelle.

An Stellen, an denen die Transformation für eine bestimmte Eingabe nicht definiert ist, erscheinen in der Funktionsausgabe Lücken (Nullwerte).

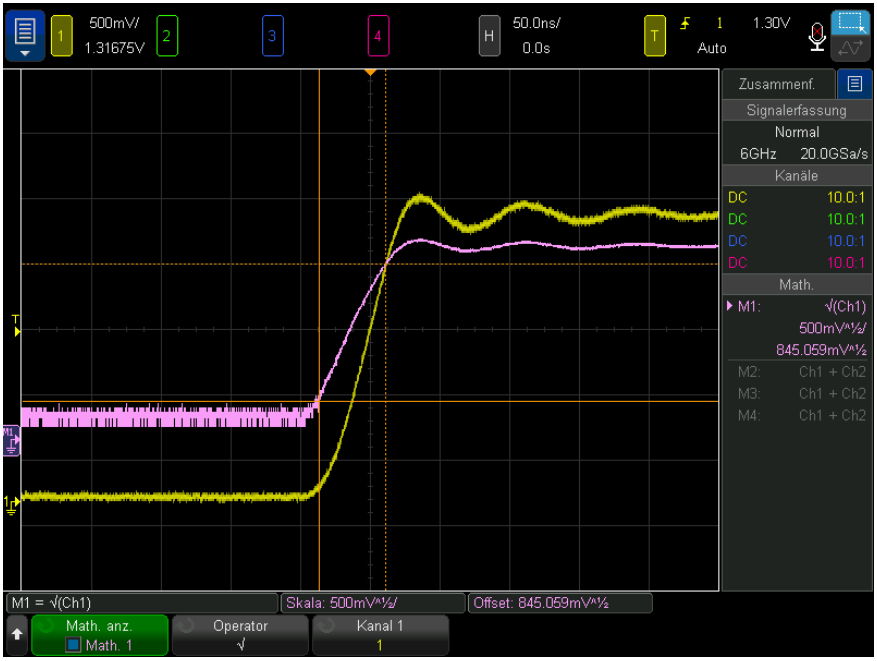


Abbildung 11 Beispiel: √ (Quadratwurzel)

Siehe auch
- "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102

Ax + B

Mit der Funktion Ax + B können Sie Verstärkung oder Offset auf eine bestehende Eingangsquelle anwenden.

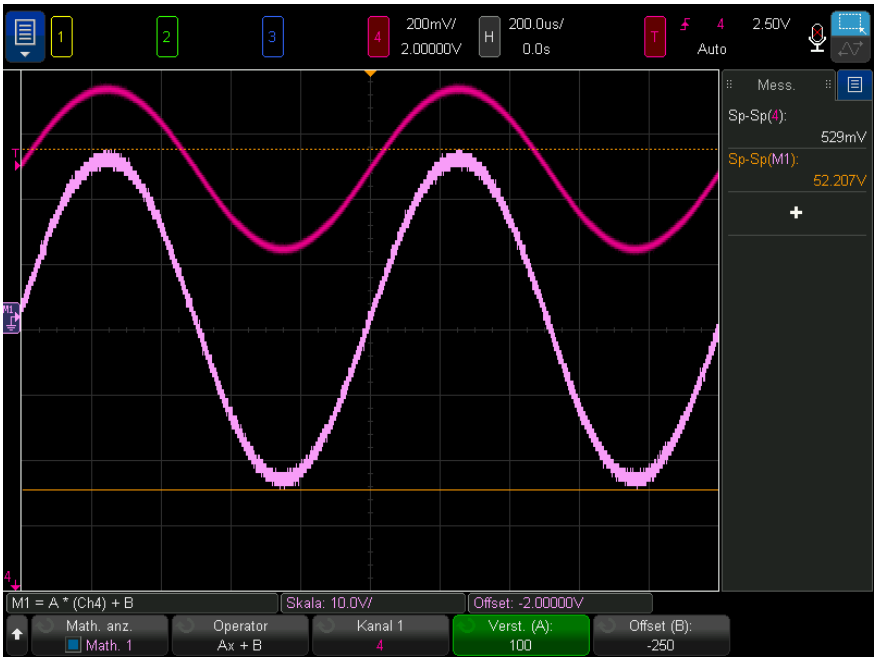


Abbildung 12 Beispiel für Ax + B

Geben Sie mit dem Softkey **Verst. (A)** die Verstärkung an.

Geben Sie mit dem Softkey **Offset (B)** den Offset an.

Die Ax + B-Funktion unterscheidet sich von der mathematischen Vergrößerungs-Visualisierungsfunktion darin, dass die Ausgabe sich voraussichtlich von der Eingabe unterscheidet.

Siehe auch

- "Vergrößern" auf Seite 126

Quadrat

Die Quadratwurzelfunktion berechnet die Quadratwurzel der ausgewählten Quelle Punkt um Punkt und zeigt die Ergebnisse an.

Drücken Sie den Softkey **Quelle**, um die Signalquelle auszuwählen.

Siehe auch · "Quadratwurzel" auf Seite 118

Absoluter Wert

Die Absolutwertfunktion wandelt negative Werte am Eingang in positive Werte und zeigt die sich daraus ergebende Wellenform an.

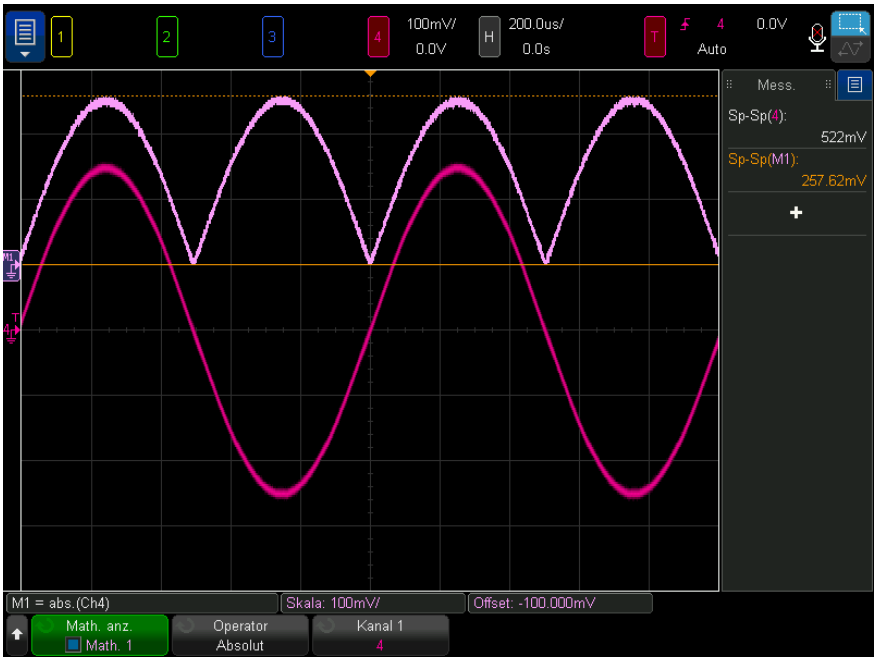


Abbildung 13 Beispiel für absoluten Wert

Siehe auch · "Quadrat" auf Seite 120

Dekadischer Logarithmus

Die Dekadische Logarithmusfunktion (log) führt eine Transformation der Eingangsquelle aus. An Stellen, an denen die Transformation für eine bestimmte Eingabe nicht definiert ist, erscheinen in der Funktionsausgabe Lücken (Nullwerte).

Siehe auch · "Natürlicher Logarithmus" auf Seite 121

Natürlicher Logarithmus

Die natürliche Logarithmusfunktion (In) führt eine Transformation der Eingangsquelle aus. An Stellen, an denen die Transformation für eine bestimmte Eingabe nicht definiert ist, erscheinen in der Funktionsausgabe Lücken (Nullwerte).

Abbildung 14 Beispiel für natürlichen Logarithmus

Siehe auch · "Dekadischer Logarithmus" auf Seite 121

Exponential

Die Exponentialfunktion (e^x) führt eine Transformation der Eingangsquelle aus.

Siehe auch · "10er-Exponentialfunktion" auf Seite 122

10er-Exponentialfunktion

Die 10er-Exponentialfunktion (10^x) führt eine Transformation der Eingangsquelle aus.

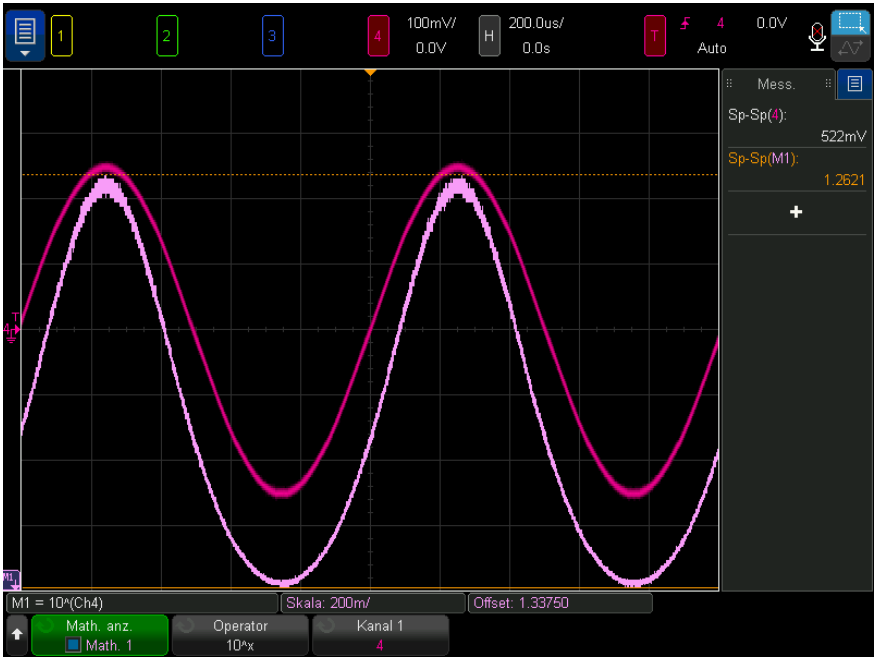


Abbildung 15 Beispiel für 10er-Exponentialfunktion

Siehe auch · "Exponential" auf Seite 122

Math. Filter

Sie können mathematische Filter zum Erstellen einer Wellenform verwenden, die das Ergebnis eines High- oder Low-Pass-Filters an einem analogen Eingangskanal bzw. das Ergebnis einer arithmetischen Operation ist.

- "Hoch- und Tiefpassfilter" auf Seite 123
- "Gemittelter Wert" auf Seite 124
- "Glättung" auf Seite 125
- "Hüllkurve" auf Seite 125

Hoch- und Tiefpassfilter

Die Funktionen Hochpass- oder Tiefpassfilter wenden den Filter auf die ausgewählte Wellenform an und zeigen das Ergebnis in der mathematischen Wellenform an.

Bei dem Hochpassfilter handelt es sich um einen einpoligen Hochpassfilter.

Bei dem Tiefpassfilter handelt es sich um einen Bessel-Thompson-Filter der vierten Ordnung.

Benutzen Sie den Softkey **Bandbreite** zur Auswahl der 3 dB-Abschaltfrequenz des Filters.

HINWEIS **Das Verhältnis zwischen der Nyquist-Frequenz des Eingangssignals und der gewählten 3 dB-Abschaltfrequenz entscheidet darüber, wie viele Punkte in der Ausgabe verfügbar sind. Unter bestimmten Umständen enthält die Ausgabewellenform keine Punkte.**

Abbildung 16 Beispiel für Tiefpassfilter

Gemittelter Wert

Wird der Operator Averaged Value (Gemittelter Wert) ausgewählt, wird die mathematische Wellenform zur ausgewählten Quellwellenform, deren Mittelwert so oft wie ausgewählt gebildet wird.

Bei der Quellwellenform kann es sich um eine der analogen Eingangskanalquellen oder eine der vorherigen mathematischen Funktionswellenformen handeln.

Anders als bei der Mittelung von Erfassungen kann der mathematische Operator für Mittelungen mit Daten auf einem einzelnen Analogeingangskanal oder mit einer mathematischen Funktion verwendet werden.

Wird die Mittelung für die Signalerfassung ebenfalls verwendet, wird von den Daten des Analogeingangskanals ein Mittelwert gebildet und die mathematische Funktion bildet erneut einen Mittelwert. Sie können beide Typen der Mittelung

verwenden, um eine bestimmte Anzahl von Mittelungswerten für alle Wellenformen sowie eine erhöhte Anzahl von Mittelungen für eine bestimmte Wellenform zu erhalten.

Mittelwerte werden mithilfe einer Annäherung mit „abnehmbarem Durchschnitt" berechnet, wobei:

next_average = current_average + (new_data - current_average)/N

Wobei N für die erste Erfassung bei 1 beginnt und für jede folgende Erfassung erhöht wird, bis die ausgewählte Anzahl Mittelungen erreicht wurde und der Vorgang gestoppt wird.

Drücken Sie den Softkey **Zählwert zurücksetzen**, um die Anzahl der überprüften Wellenformen zu löschen.

Siehe auch
- "Erfassungsmodus Mittelwertbildung" auf Seite 243

Glättung

Die resultierende mathematische Wellenform ist die ausgewählte Quelle mit angewandtem normalisierten rechteckigen (Boxcar) FIR-Filter.

Der Boxcar-Filter ist ein gleitender Durchschnitt angrenzender Wellenformpunkte, wobei die Anzahl benachbarter Punkte vom Softkey **Glättungspunkte** vorgegeben wird. Sie können eine ungerade Anzahl von Punkten wählen, von drei bis zum halben Messungsdatensatz oder Präzisionsanalyse-Datensatz.

Der Glättungsoperator begrenzt die Bandbreite der Quellwellenform. Der Glättungsoperator kann z. B. für die Glättung von Messungstrend-Wellenformen verwendet werden.

Hüllkurve

Die resultierende mathematische Wellenform zeigt die Amplitudenhüllkurve für ein amplitudenmoduliertes (AM) Eingangssignal.

Diese Funktion verwendet eine Hilbert-Transformation, um die realen (In-Phase, I) und imaginären (Quadratur, Q) Teile des Eingangssignals zu extrahieren, und berechnet dann eine Quadratwurzel der Summe realer und imaginärer Teile, um das demodulierte Amplituden-Hüllkurvensignal zu erhalten.

Math. Visualisierungen

Sie können mathematische Funktionen zur Visualisierung anwenden, die Ihnen verschiedene Möglichkeiten der Darstellung erfasster Daten und Messwerte bieten.

- "Vergrößern" auf Seite 126
- "Max/Min halten" auf Seite 127
- "Messungstrend" auf Seite 128
- "Chart Logic Bus Timing" auf Seite 129
- "Chart Logic Busstatus" auf Seite 130
- "Taktwiederherstellung" auf Seite 132

Vergrößern

Mit der Vergrößerungsfunktion können Sie eine vorhandene Eingangsquelle an verschiedenen vertikalen Einstellungen anzeigen, um mehr vertikale Details zu erhalten.

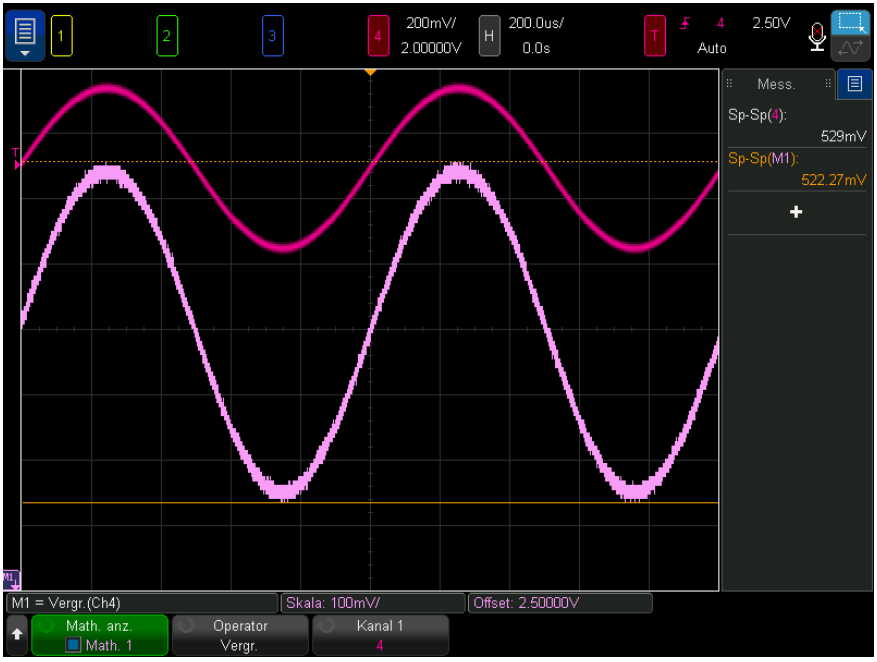


Abbildung 17 Beispiel für Vergrößern

Siehe auch
- "Ax + B" auf Seite 119

Max/Min halten

Der Operator Max halten zeichnet die maximalen Vertikalwerte auf, die an jedem horizontalen Klassenelement über mehrere Analysezyklen ermittelt werden, und verwendet diese Werte für die Erzeugung der Wellenform.

Der Operator Min halten bleibt unverändert, zeichnet aber die vertikalen Mindestwerte auf.

Diese Funktionen werden häufig als Max Hüllkurve und Min Hüllkurve bezeichnet, wenn sie nicht in einem Frequenzanalysebereich eingesetzt werden.

Drücken Sie den Softkey **Zählwert zurücksetzen**, um die Anzahl der überprüften Wellenformen zu löschen.

Messungstrend

Die Messungstrendfunktion zeigt, während die Wellenform auf dem Bildschirm fortschreitet, Messwerte für diese Wellenform an (basierend auf den Einstellungen für Messschwellenwerte). Für jeden Zyklus wird eine Messung vorgenommen und der Wert wird auf dem Bildschirm für den Zyklus angezeigt.

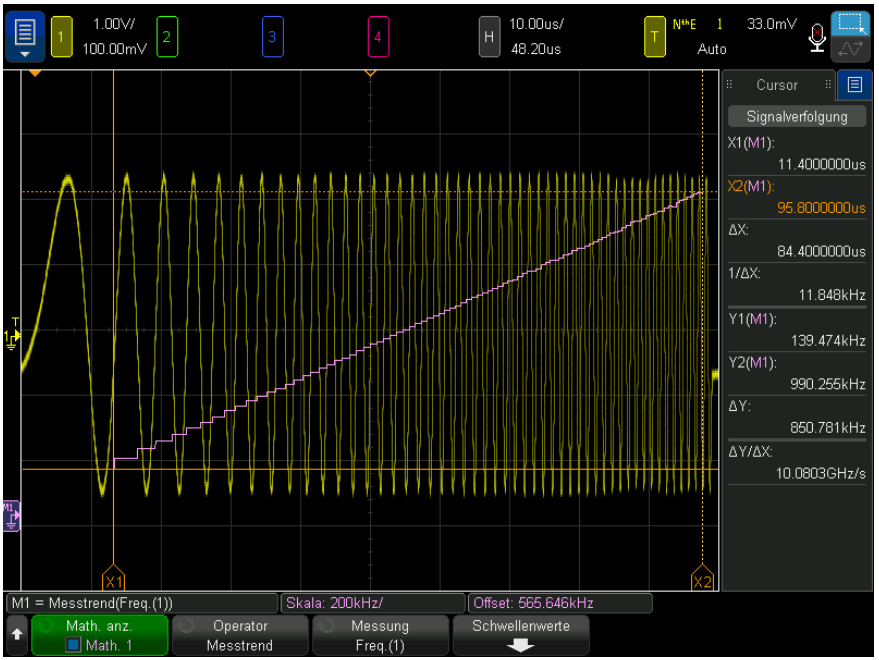


Abbildung 18 Beispiel für Messungstrend

Drücken Sie den Softkey **Messung**, um die zuvor hinzugefügte Messung auszuwählen, deren Trend Sie verfolgen möchten. Trendwerte können für folgende Messungen angezeigt werden:

- Mittelwert
- RMS - AC
- Verhältnis
- Periode

- Frequenz
- + Breite
- - Breite
- Tastgrad
- Anstiegszeit
- Abfallzeit

Verwenden Sie den Softkey **Schwellenwerte**, um Menü Messungsgrenzwert zu öffnen. Siehe hierzu "Messungsschwellenwerte" auf Seite 289.

Wenn eine Messung für einen Teil der Wellenform nicht vorgenommen werden kann, ist das Trendfunktionsergebnis eine Lücke (d.h. kein Wert), bis eine Messung wieder möglich ist.

Chart Logic Bus Timing

Die Funktion Chart Logic Bus Timing zeigt Busdatenwerte als analoge Wellenform (wie eine D/A-Konvertierung) an. Wenn der Buswert wechselt, ist die Funktionsausgabe der letzte stabile Wert des Busses.

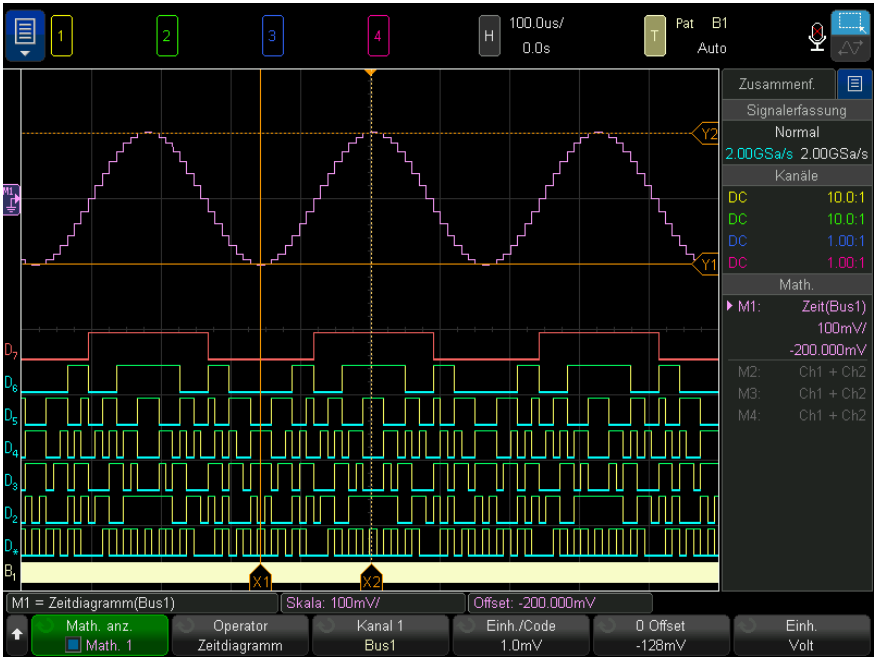


Abbildung 19 Beispiel für Chart Logic Bus Timing

Geben Sie mithilfe des Softkeys **Einh./Code** den entsprechenden Analogwert eines jeden Inkrements im Busdatenwert an.

Verwenden Sie den Softkey **0 Offset** zur Angabe der Analogwertentsprechung des Busdatenwerts Null.

Geben Sie mit dem Softkey **Einheiten** den Wertetyp der Busdaten (Volt, Ampere usw.) an.

Siehe auch
- "Chart Logic Busstatus" auf Seite 130

Chart Logic Busstatus

Die Funktion Chart Logic Busstatus zeigt Busdatenwerte, die auf einer Taktsignalflanke erfasst werden, als analoge Wellenformen an (wie eine D/A-Konvertierung).

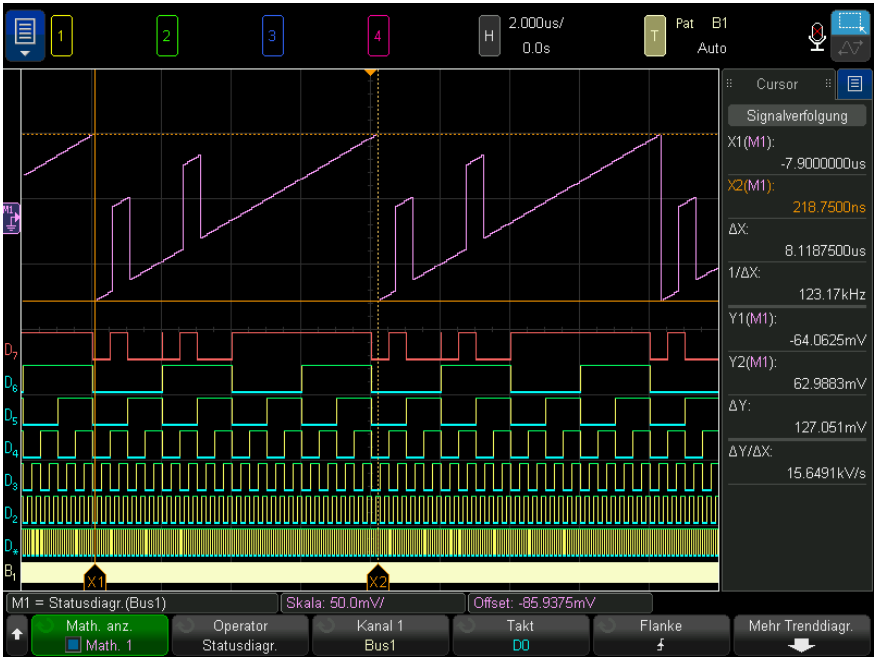


Abbildung 20 Beispiel für Chart Logic Bus State

Wählen Sie das Taktsignal mit dem Softkey **Takt**.

Wählen Sie mit dem Softkey**Flanke** die zu verwendende Flanke des Taktsignals aus.

Öffnen Sie mit dem Softkey **Mehr Trenddiagr.** ein Untermenü, um die Analogwertentsprechung eines jeden Buswertinkrements, die analoge Entsprechung eines Buswerts von Null und die Werteeinheit der im Diagramm dargestellten Buswerte (Volt, Ampere usw.) anzugeben.

Geben Sie mithilfe des Softkeys **Einh./Code** den entsprechenden Analogwert eines jeden Inkrements im Busdatenwert an.

Verwenden Sie den Softkey **0 Offset** zur Angabe der Analogwertentsprechung des Busdatenwerts Null.

Geben Sie mit dem Softkey **Einheiten** den Wertetyp der Busdaten (Volt, Ampere usw.) an.

Siehe auch
- "Chart Logic Bus Timing" auf Seite 129

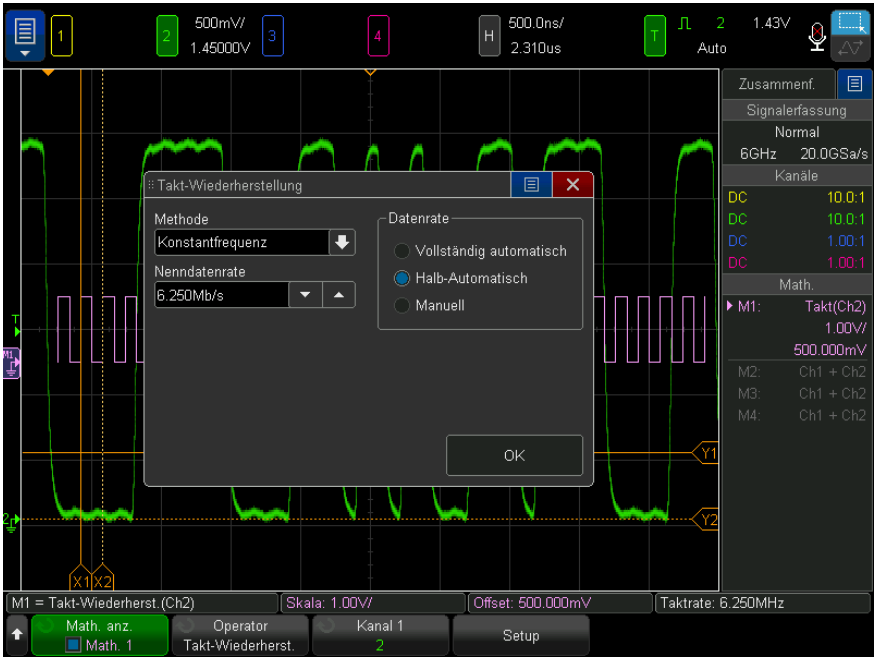
Taktwiederherstellung

Die Taktwiederherstellung ist eine Funktion, die einen idealen Takt für den Vergleich mit tatsächlichen Signalflanken bereitstellt. Die Taktwiederherstellung wird z. B. bei Jitter-Messungen des Typs Takt-TIE und Daten-TIE (Time Interval Error) eingesetzt. Sie können auch die Taktwiederherstellung konfigurieren und den wiederhergestellten idealen Takt als mathematische Funktionskurve darstellen.

Verwenden Sie den Softkey **Setup**, um ein Dialogfeld zu öffnen, wo Sie die Optionen für die Taktwiederherstellung konfigurieren können. Siehe hierzu "Einrichtung der Taktwiederherstellung" auf Seite 132.

Einrichtung der Taktwiederherstellung

Das Dialogfeld für die Taktwiederherstellung wird verwendet, um die Taktwiederherstellungsmethode auszuwählen und ihre Optionen anzugeben.



Sie können zwischen den folgenden Optionen wählen:

- **Konstantfrequenz** – Die Takt wird als Konstantfrequenz angenommen. Die Optionen für die Datenratenwiederherstellungen sind wie folgt:
  - **Vollständig automatisch** – Der Takt wird ausschließlich unter Verwendung der Signalflanken-Datenbank wiederhergestellt. Der schmalste Impuls wird als isolierte Eins oder Null betrachtet.
  - **Halb-Automatisch** – Der Takt wird mithilfe der erwarteten **Nenndatenrate** als "Seed" und der Signalflanken-Datenbank wiederhergestellt.
  - **Manuell** – Die von Ihnen eingegebene erwartete **Nenndatenrate** wird verwendet. Sie sollte reziprok zum Einheitenintervall des Signals sein.
- **PLL 1. Ordnung** – Der Takt wird mithilfe einer DSP-Modell-Antwort einer idealen Hardware-PLL 1. Ordnung wiederhergestellt. Geben Sie diese Parameter ein:
  - **Nenndatenrate** – Die erwartete Bits/Sekunde-Datenrate des Signals.
  - **Schleifenbandbreite** – Die -3 dB Bandbreitenspezifikation der PLL.

- **PLL 2. Ordnung** – Der Takt wird mithilfe einer DSP-Modell-Antwort einer idealen Hardware-PLL 2. Ordnung des Typs II wiederhergestellt. Geben Sie diese Parameter ein:
  - **Nenndatenrate** – Die vom Signal erwartete Bits/Sekunde-Datenrate.
  - **Schleifenbandbreite** – Die -3 dB Bandbreitenspezifikation des PLL.
  - **Dämpfungsfaktor** – Der Dämpfungsfaktor der beobachteten Jitter-Transferfunktion (OJTF) des PLLs.

    Typische Dämpfungsfaktoren sind 1,0 für kritische Dämpfung und 0,707, ein Wert, der wegen seiner schnellen Einschwingzeit (optimal flach) und Reaktion des Typs Butterworth als ideal oder optimal gilt. Werte von weniger als 1 stehen für eine zu geringe Dämpfung, Werte höher als 1 für zu hohe Dämpfung.
- **Explizit** – Der Takt wird von einem zweiten Signal auf dem zu testenden Gerät wiederhergestellt, wobei ein Multiplikator von 1 zu 1000 Anwendung findet.

5 Referenzwellenformen

So speichern Sie eine Wellenform an einem Referenzwellenform-Speicherort / 136
So zeigen Sie eine Referenzwellenform an / 136
So skalieren und positionieren Sie Referenzwellenformen / 137
So passen Sie den Referenzwellenformversatz an / 138
So zeigen Sie Referenzwellenforminformationen an / 138
So speichern Sie Referenzwellenformdateien auf einem USB-Speichergerät bzw. rufen sie dort ab / 138

Analoge Kanäle oder mathematische Wellenformen können an einem von vier Referenzwellenformspeicherorten im Oszilloskop gespeichert werden. Anschließend können Referenzwellenformen angezeigt und mit anderen Wellenformen verglichen werden.

Wenn die Multiplex-Knöpfe Referenzwellenformen zugewiesen sind (drücken Sie hierzu die Taste **[Ref]**Ref.-Taste, sodass die LED links davon leuchtet), können Sie mit den Knöpfen Referenzwellenformen skalieren und positionieren. Der Versatz von Referenzwellenformen kann außerdem angepasst werden. Skalierungs-, Offset- und Versatzinformationen zu Referenzwellenformen können optional in die Oszilloskopanzeige einbezogen werden.

Analoger Kanal, math. oder Referenzwellenformen können in einer Wellenformdatei auf einem USB-Speichergerät gespeichert werden. Sie können eine Referenzwellenformdatei von einem USB-Speichergerät in einen der Referenzwellenform-Speicherorte abrufen.

So speichern Sie eine Wellenform an einem Referenzwellenform-Speicherort

1. Drücken Sie die Taste **[Ref] Ref.**, um Referenzwellenformen zu aktivieren.
2. Drücken Sie im Menü Referenzwellenform den Softkey **Ref. anzeigen** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den gewünschten Referenzwellenformspeicherort. Drücken Sie anschließend entweder den Eingabedrehknopf oder den Softkey **Ref. anzeigen** erneut, um den ausgewählten Referenzwellenform-Speicherort anzuzeigen.
3. Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl der Quellwellenform.
4. Drücken Sie den Softkey **Speichern in R1/R2/R3/R4**, um die Wellenform am Referenzwellenformspeicherort zu speichern.

HINWEIS **Referenzwellenformen sind nicht flüchtig – sie bleiben nach dem Ein/Ausschalten bzw. Standard-Setup erhalten.**

So löschen Sie einen Referenzwellenform-Speicherort

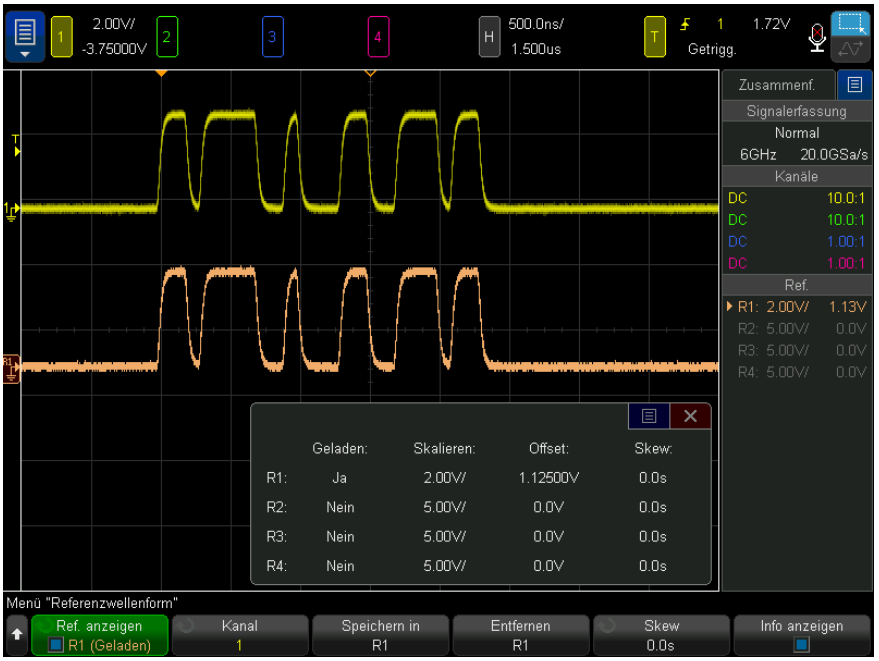
1. Drücken Sie die Taste **[Ref] Ref.**, um Referenzwellenformen zu aktivieren.
2. Drücken Sie im Menü Referenzwellenform den Softkey **Ref.** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den gewünschten Referenzwellenform-Speicherort.
3. Drücken Sie den Softkey **Löschen R1/R2/R3/R4**, um den Referenzwellenform-Speicherort zu löschen.

Referenzwellenformen können auch durch Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen oder sicheres Löschen gelöscht werden (siehe Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367).

So zeigen Sie eine Referenzwellenform an

1. Drücken Sie die Taste **[Ref] Ref.**, um Referenzwellenformen zu aktivieren.
2. Drücken Sie im Menü Referenzwellenform den Softkey **Ref.** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den gewünschten Referenzwellenform-Speicherort.

3 Drücken Sie dann erneut den Softkey **Ref.**, um die Anzeige der Referenzwellenform zu aktivieren/deaktivieren.



Es kann jeweils ein Referenzsignal angezeigt werden.

Referenzsignale werden stets als Vektoren gezeichnet (d.h. Linien zwischen den Wellenformdaten-Punkten) und können anders aussehen als Wellenformen, die als Punkte gezeichnet wurden (falls diese Option in Ihrem Oszilloskop verfügbar ist).

Siehe auch
- "So zeigen Sie Referenzwellenforminformationen an" auf Seite 138

So skalieren und positionieren Sie Referenzwellenformen

1 Stellen Sie sicher, dass der Multiplex-Skalenknopf und der Multiplex-Positionsknopf unterhalb der Taste **[Ref] Ref.** für die Referenzwellenform ausgewählt sind.

Wenn der Pfeil links neben der Taste **[Ref] Ref.** nicht leuchtet, drücken Sie die Taste.

2 Drehen Sie den oberen Multiplex-Knopf zum Anpassen der Referenzwellenformskalierung.

3 Drehen Sie den unteren Multiplex-Knopf zum Anpassen der Referenzwellenformposition.

So passen Sie den Referenzwellenformversatz an

Sobald die Referenzwellenformen angezeigt werden, können Sie den Versatz anpassen.

1 Gewünschte Referenzwellenform anzeigen (siehe "So zeigen Sie eine Referenzwellenform an" auf Seite 136).

2 Drücken Sie den Softkey **Versatz**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Anpassen des Referenzwellenformversatzes.

So zeigen Sie Referenzwellenforminformationen an

1 Drücken Sie die Taste **[Ref] Ref.**, um Referenzwellenformen zu aktivieren.

2 Drücken Sie im Menü Referenzwellenform den Softkey **Optionen**.

3 Drücken Sie im Menü Referenzwellenform-Optionen den Softkey **Info anzeigen**, um Referenzwellenforminformationen in der Oszilloskopanzeige zu aktivieren oder deaktivieren.

So speichern Sie Referenzwellenformdateien auf einem USB-Speichergerät bzw. rufen sie dort ab

Analoger Kanal, math. oder Referenzwellenformen können in einer Wellenformdatei auf einem USB-Speichergerät gespeichert werden. Siehe "So speichern Sie Referenzwellenformdateien auf einem USB-Speichergerät" auf Seite 374.

Sie können eine Referenzwellenformdatei von einem USB-Speichergerät in einen der Referenzwellenform-Speicherorte abrufen. Siehe “So rufen Sie Referenzwellenformdateien von einem USB-Speichergerät ab" auf Seite 380.

6 Digitale Kanäle

So schließen Sie die digitalen Messsonden an das Messobjekt an / 141
Erfassen von Wellenformen über die digitalen Kanäle / 145
So zeigen Sie Kanäle über die automatische Skalierung an / 145
Verstehen der Digitalwellenformanzeige / 147
Ein- und Ausschalten aller digitalen Kanäle / 148
Abwechselndes Ein- und Ausschalten von Kanalgruppen / 148
Ein- und Ausschalten eines einzelnen Kanals / 148
So ändern Sie die angezeigte Größe der Digitalkanäle / 148
Neupositionieren eines digitalen Kanals / 149
So ändern Sie den Logikschwellenwert für Digitalkanäle / 149
So zeigen Sie Digitalkanäle als Bus an / 150
Signaltreue digitaler Kanäle: Messsondenimpedanz und -erdung / 154

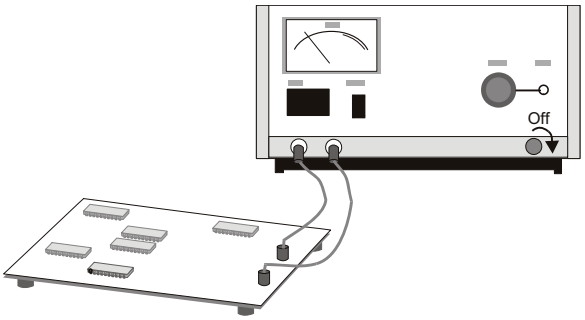
In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die Digitalkanäle eines Mixed-Signal Oszilloskops (MSO) verwendet werden.

Die Digitalkanäle sind in den Modellen der MSOX6000 X-Series und der DSOX6000 X-Series aktiviert, bei denen die Upgrade-Lizenz MSO installiert ist.

So schließen Sie die digitalen Messsonden an das Messobjekt an

1 Schalten Sie gegebenenfalls die Stromversorgung am Messobjekt aus.

Durch das Ausschalten der Stromversorgung am Messobjekt werden nur Schäden vermieden, die durch einen versehentlichen Kurzschluss zweier Leitungen beim Anschließen von Messsonden entstehen könnten. Sie können das Oszilloskop eingeschaltet lassen, da an den Messsonden keine Spannung anliegt.



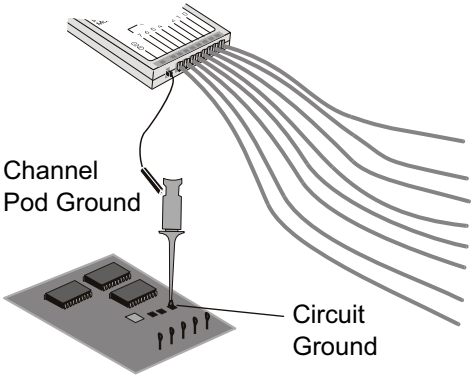
2 Verbinden Sie das Kabel der digitalen Messsonde mit dem Anschluss DIGITAL Dn - D0 am Mixed-Signal-Oszilloskop. Das Kabel der digitalen Messsonde ist mit einer Markierung versehen, sodass Sie es nur in einer Weise anschließen können. Sie müssen das Oszilloskop nicht ausschalten.

VORSICHT

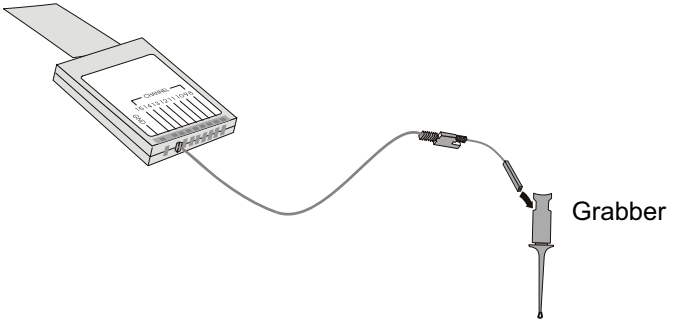
⚠ **Messsondenkabel für digitale Kanäle**

Verwenden Sie nur das Keysight Logikmesssonden- und Zubehör-Kit, das Ihrem Mixed-Signal-Oszilloskop beiliegt (siehe "Verfügbares Zubehör" auf Seite 434).

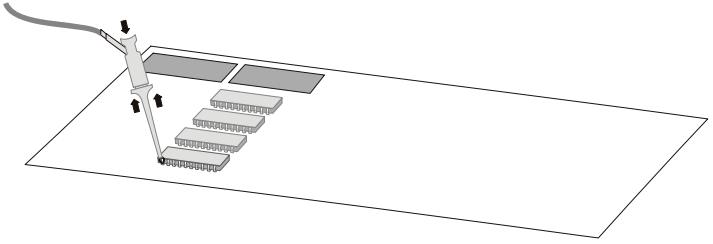
3 Schließen Sie die Erdungsleitung mit einem Messsondengreifer an jedem Kanalsatz (Pod) an. Die Erdungsleitung verbessert die Signaltreue zum Oszilloskop, um genaue Messungen sicherzustellen.



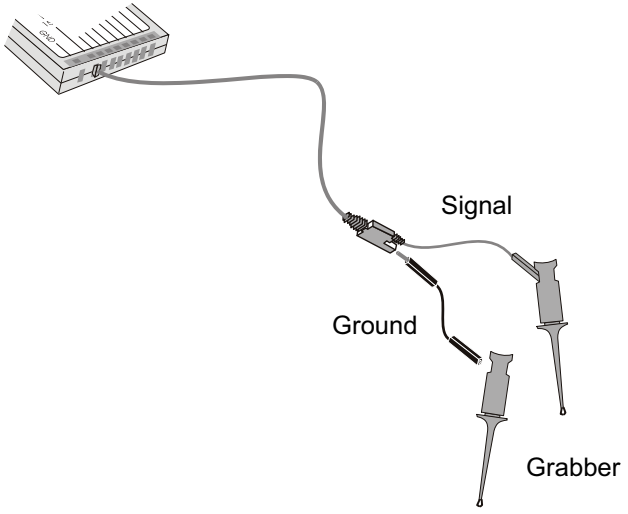
4 Schließen Sie einen Greifer an einer der beiden Messsondenleitungen an. (Zur deutlicheren Darstellung werden weitere Messsondenleitungen in der Abbildung nicht berücksichtigt.)



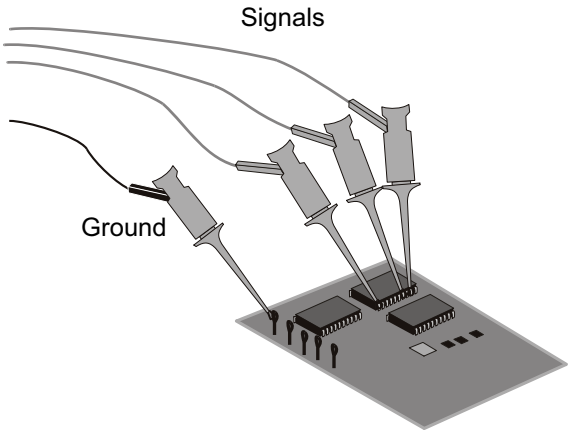
5 Verbinden Sie den Greifer mit einem Knoten in der zu messenden Schaltung.



6 Schließen Sie für Hochgeschwindigkeitssignale eine Erdungsleitung an die Messsondenleitung an, verbinden Sie einen Greifer mit der Erdungsleitung, und verbinden Sie den Greifer mit der Erdung des Messobjekts.



7 Wiederholen Sie diese Schritte, bis Sie alle relevanten Punkte verbunden haben.



Erfassen von Wellenformen über die digitalen Kanäle

Wenn Sie **[Run/Stop] Start/Stopp** oder **[Single] Einzeln** drücken, um das Oszilloskop zu starten, untersucht das Oszilloskop die Eingangsspannung an jeder Eingangsmesssonde. Wenn die Triggerbedingungen erfüllt werden, wird das Oszilloskop getriggert und zeigt die Erfassungsdaten an.

Bei digitalen Kanälen vergleicht das Oszilloskop bei jeder Probennahme die Eingangsspannung mit dem Logikschwellenwert. Liegt die Spannung über dem Schwellenwert, speichert das Oszilloskop eine 1 im Probenspeicher; andernfalls wird eine 0 im Speicher abgelegt.

So zeigen Sie Kanäle über die automatische Skalierung an

Wenn Signale mit den digitalen Kanälen verbunden sind (stellen Sie sicher, dass die Erdungsleitungen angeschlossen werden), werden die digitalen Kanäle schnell über die automatische Skalierung konfiguriert und angezeigt.

- Drücken Sie zum schnellen Konfigurieren des Geräts die Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.**.

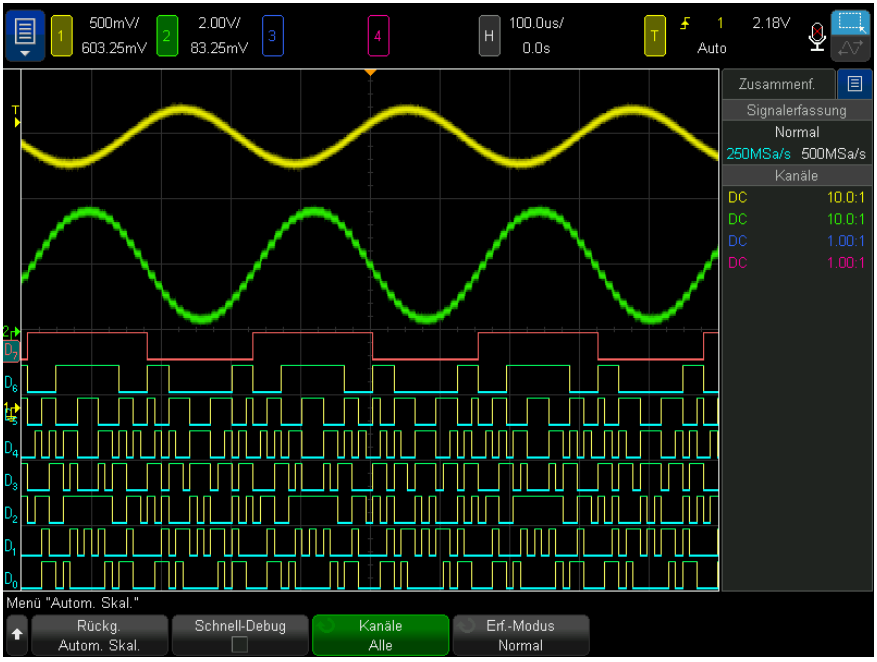


Abbildung 21 Beispiel: Automatische Skalierung digitaler Kanäle (nur MSO-Modelle)

Alle digitalen Kanäle mit aktivem Signal werden angezeigt. Alle digitalen Kanäle ohne aktives Signal werden deaktiviert.

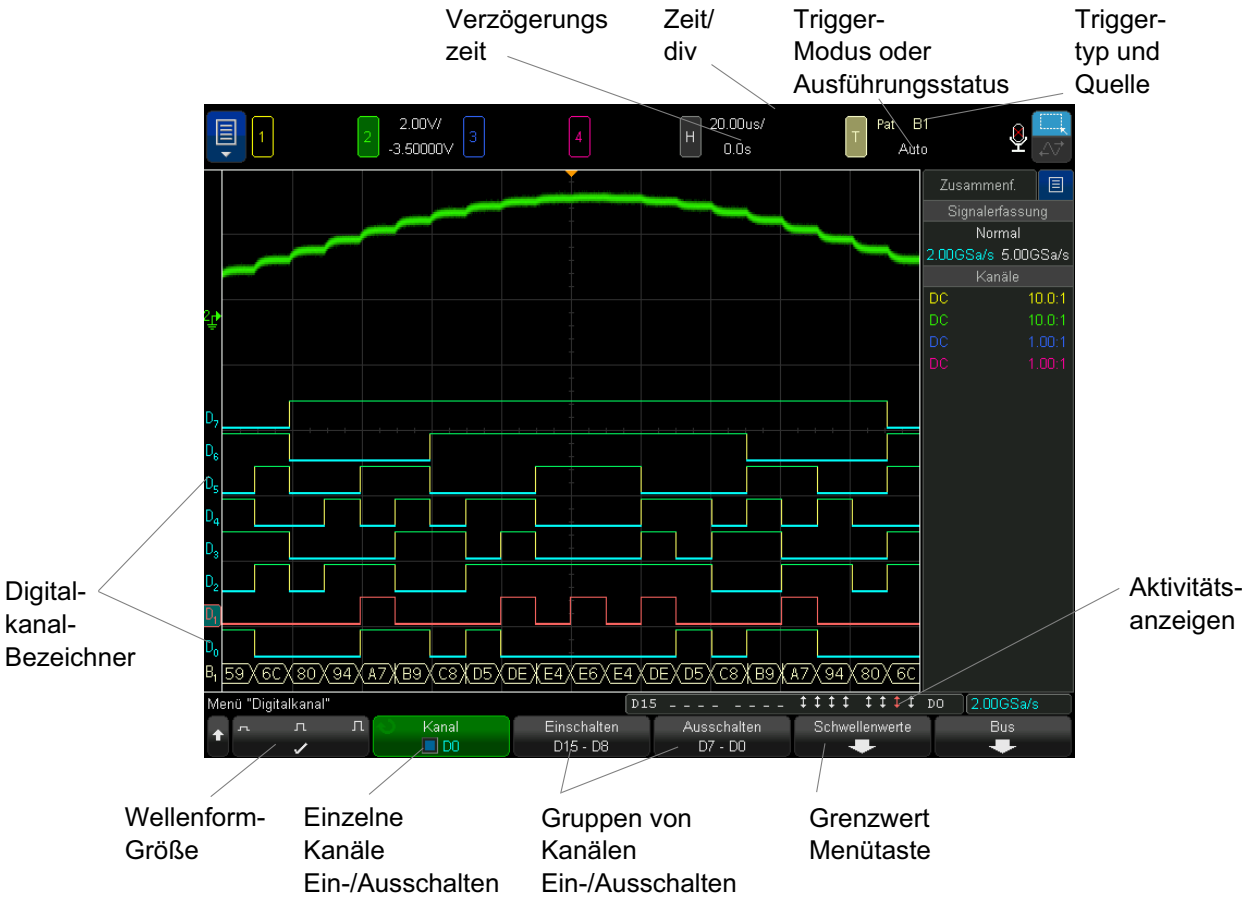
- Wenn Sie die Konfiguration der automatischen Skalierung aufheben möchten, drücken Sie zunächst den Softkey **Rückg. Autom. Skal.**. Anschließend können Sie andere Tasten betätigen.

Dies ist hilfreich, wenn Sie die Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.** unabsichtlich gedrückt haben oder die von der automatischen Skalierung gewählten Einstellungen nicht übernehmen möchten. Das Oszilloskop wird auf die vorherigen Einstellungen zurückgesetzt. Weitere Themen: "Die Autoscale-Funktion" auf Seite 37.

Zum Einstellen des Geräts auf die werkseitige Standardkonfiguration drücken Sie die Taste **[Default Setup] Standard-Setup**.

Verstehen der Digitalwellenformanzeige

In der folgenden Abbildung ist eine typische Anzeige mit Digitalkanälen dargestellt.



Aktivitätsanzeige Sobald ein Digitalkanal eingeschaltet wird, erscheint in der Statuszeile unten auf dem Bildschirm eine Aktivitätsanzeige. Ein Digitalkanal kann sich immer im HIGH-Zustand (▀) oder immer im LOW-Zustand (▄) befinden oder aktiv zwischen den beiden Zuständen wechseln (↕).

So ändern Sie die angezeigte Größe der Digitalkanäle

1 Drücken Sie die Taste **[Digital]**.

2 Drücken Sie den Softkey für die Größe (⎍ ⎍ ⎍), um die Anzeige der Digitalkanäle auszuwählen.

Mithilfe der Größenregelung können Sie die digitalen Messkurven vertikal ausdehnen oder komprimieren, um die Anzeige zu optimieren.

Ein- und Ausschalten eines einzelnen Kanals

1 Während das Menü Digitalkanal angezeigt wird, drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den gewünschten Kanal aus dem Popup-Menü auszuwählen.

2 Drücken Sie den Eingabedrehknopf oder drücken Sie den Softkey, der sich direkt unter dem Popup-Menü befindet, um den ausgewählten Kanal ein- oder auszuschalten.

Ein- und Ausschalten aller digitalen Kanäle

1 Drücken Sie die Taste **[Digital] Digital**, um die Anzeige digitaler Kanäle ein- und auszuschalten. Das Menü Digitalkanal wird über den Softkeys angezeigt.

Wenn Sie die digitalen Kanäle ausschalten möchten und das Menü Digitalkanal noch nicht angezeigt wird, müssen Sie die Taste **[Digital]** zweimal drücken, um die digitalen Kanäle auszuschalten. Beim ersten Mal wird das Menü Digitalkanal angezeigt, und beim zweiten Mal werden die Kanäle ausgeschaltet.

Abwechselndes Ein- und Ausschalten von Kanalgruppen

1 Drücken Sie die Taste **[Digital] Digital** auf dem vorderen Bedienfeld, wenn das Menü Digitalkanal nicht bereits angzeigt wird.

2 Drücken Sie den Softkey **Ausschalten** (oder **Einschalten**) für die Gruppe **D15 - D8** oder die Gruppe **D7 - D0**.

Jedes Mal wenn Sie den Softkey drücken, wechselt der Modus des Softkeys zwischen **Einschalten** und **Ausschalten**.

So ändern Sie den Logikschwellenwert für Digitalkanäle

1. Drücken Sie die Taste **[Digital] Digital**, um das Menü Digitalkanal anzuzeigen.
2. Drücken Sie den Softkey **Schwellenwerte**.
3. Drücken Sie den Softkey **D15 - D8** oder **D7 - D0**, wählen Sie dann eine Logikfamilie-Voreinstellung aus oder wählen Sie **Benutzer**, um einen eigenen Schwellenwert festzulegen.

Logikfamilie	Schwellenwert - Spannung
TTL	+1,4 V
CMOS	+2,5 V
ECL	-1,3 V
Benutzer	Variabel von –8 V bis +8 V

Der von Ihnen vorgegebene Schwellenwert gilt für alle Kanäle innerhalb der Gruppe D15 - D8 oder D7 - D0. Bei Bedarf können Sie für die Kanalgruppe einen anderen Schwellenwert wählen.

Spannungswerte oberhalb des Schwellenwerts werden als HIGH (1), Werte unterhalb des Schwellenwerts als LOW (0) interpretiert.

Wenn der Softkey **Schwellenwerte** auf **Benutzer** eingestellt ist, drücken Sie den Softkey **Benutzer** für die Kanalgruppe und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den Logikschwellenwert einzustellen. Für jede Gruppe von Kanälen ist ein Softkey **Benutzer** vorhanden.

Neupositionieren eines digitalen Kanals

1. Stellen Sie sicher, dass der Multiplex-Skalenknopf und der Multiplex-Positionsknopf oberhalb und unterhalb der Taste für digitale Kanäle ausgewählt sind.

Wenn der Pfeil links neben der Taste **[Digital] Digital** nicht leuchtet, drücken Sie die Taste.

2 Wählen Sie über den Multiplex-Auswahlknopf den Kanal aus.

Die ausgewählte Wellenform wird rot hervorgehoben.

3 Verschieben Sie die ausgewählte Kanalwellenform mithilfe des Multiplex-Positionsknopfes.

Wenn eine Kanalwellenform über eine andere Kanalwellenform neu positioniert wird, ändert sich die Anzeige auf der linken Seite der Messkurve von der Bezeichnung **D** (nn steht für eine ein- oder zweistellige Kanalnummer) to **D***. „*" weist darauf hin, dass mehrere Kanäle sich überlagern.

So zeigen Sie Digitalkanäle als Bus an

Digitalkanäle können gruppiert und als Bus angezeigt werden. Jeder Buswert wird im unteren Bildschirmbereich als Hex- oder Binärwert angezeigt. Sie können bis zu zwei digitale Busse erstellen. Drücken Sie zum Konfigurieren und Anzeigen eines jeden Busses die Taste **[Digital] Digital** auf dem vorderen Bedienfeld. Drücken Sie dann den Softkey **Bus**.

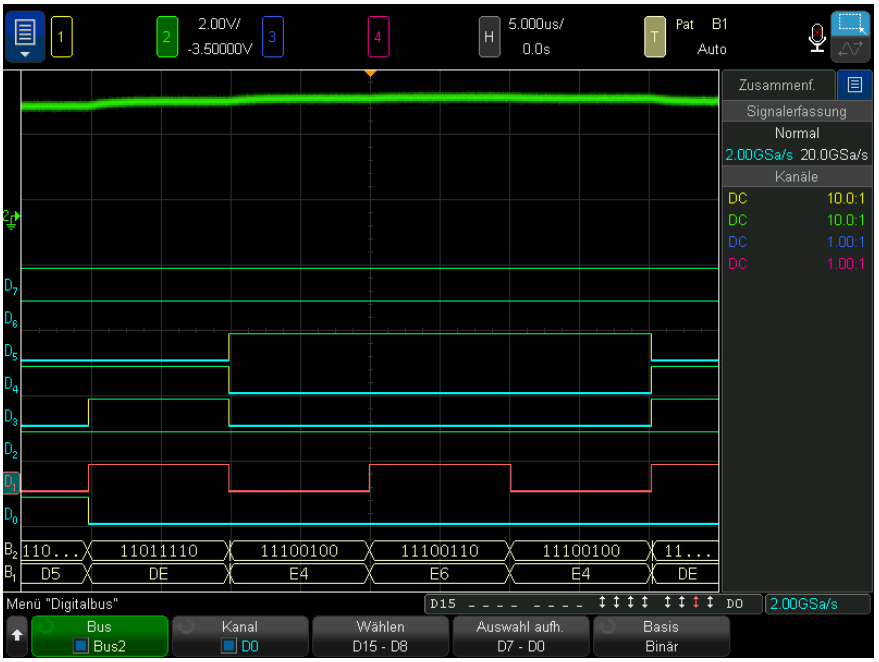
Wählen Sie als nächstes einen Bus. Drehen Sie den Eingabedrehknopf, drücken Sie dann den Knopf „Eingabe" oder den Softkey **Bus1/Bus2**, um ihn einzuschalten.

Verwenden Sie den Softkey **Kanal** und den Eingabedrehknopf, um einzelne Kanäle auszuwählen, die im Bus enthalten sein sollen. Sie können zur Auswahl der Kanäle den Eingabedrehknopf drehen und drücken oder den Softkey drücken. Sie können auch einen der Softkeys **Auswahl/Auswahl aufh. D15-D8** oder **Auswahl/Auswahl aufh. D7-D0** drücken, um Gruppen von acht Kanälen in jedem Bus ein- oder auszuschließen.

Wenn die Busanzeige leer, vollständig weiß oder "..." enthält, müssen Sie die horizontale Skalierung erweitern, damit die Daten angezeigt werden können. Alternativ hierzu zeigen Sie die Werte mit dem Cursor an (Siehe “Verwenden der Cursor zum Lesen der Buswerte" auf Seite 151).

Mit dem Softkey **Basis** wählen Sie aus, ob die Buswerte als Hex- oder Binärwerte angezeigt werden.

Die Busse werden am unteren Rand des Bildschirms angezeigt.



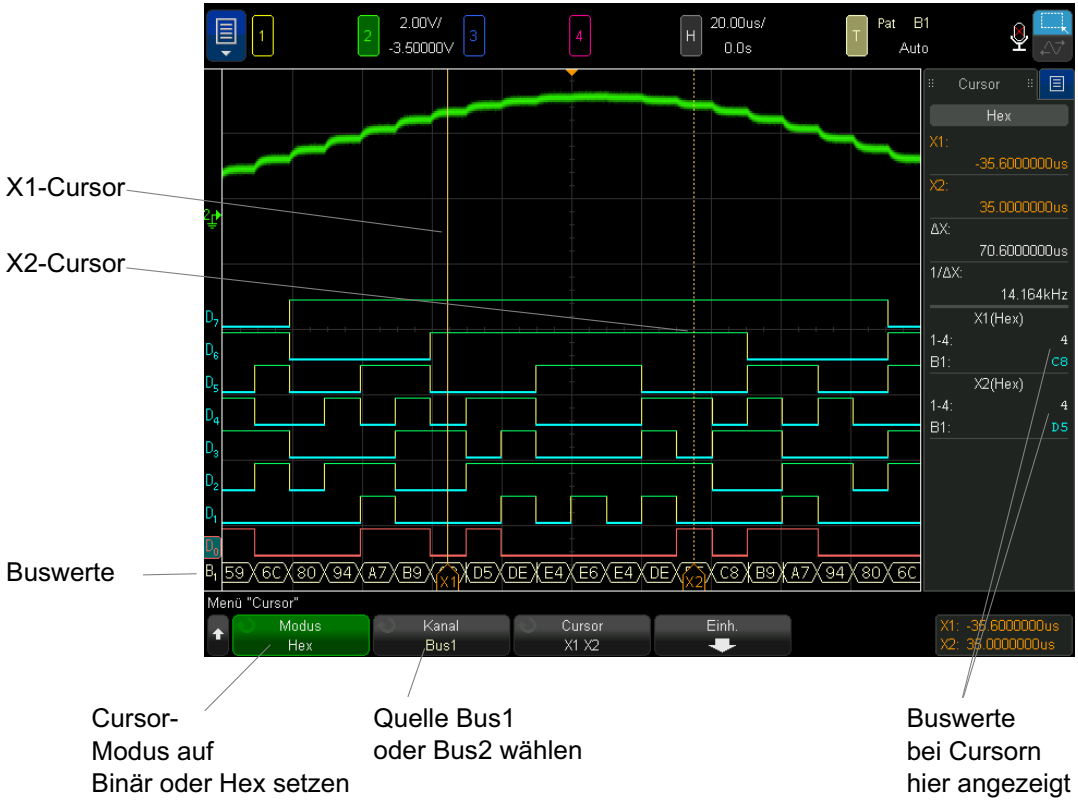
Buswerte können als Hex- oder Binärwerte angezeigt werden.

Verwenden der Cursor zum Lesen der Buswerte

So können Sie mit den Cursorn die Digitalbuswerte an einem beliebigen Punkt auslesen:

1. Schalten Sie die Cursor ein, indem Sie die Taste **[Cursors] Cursor** auf dem vorderen Bedienfeld drücken.
2. Drücken Sie den Softkey **Modus** für Cursor und ändern Sie den Modus zu **Hex** oder **Binär**.
3. Drücken Sie den Softkey **Quelle** und wählen Sie **Bus1** oder **Bus2**.

4 Verwenden Sie den Eingabedrehknopf und die Softkeys **X1** und **X2**, um die Cursor an der Stelle zu positionieren, an der Sie die Buswerte auslesen möchten.

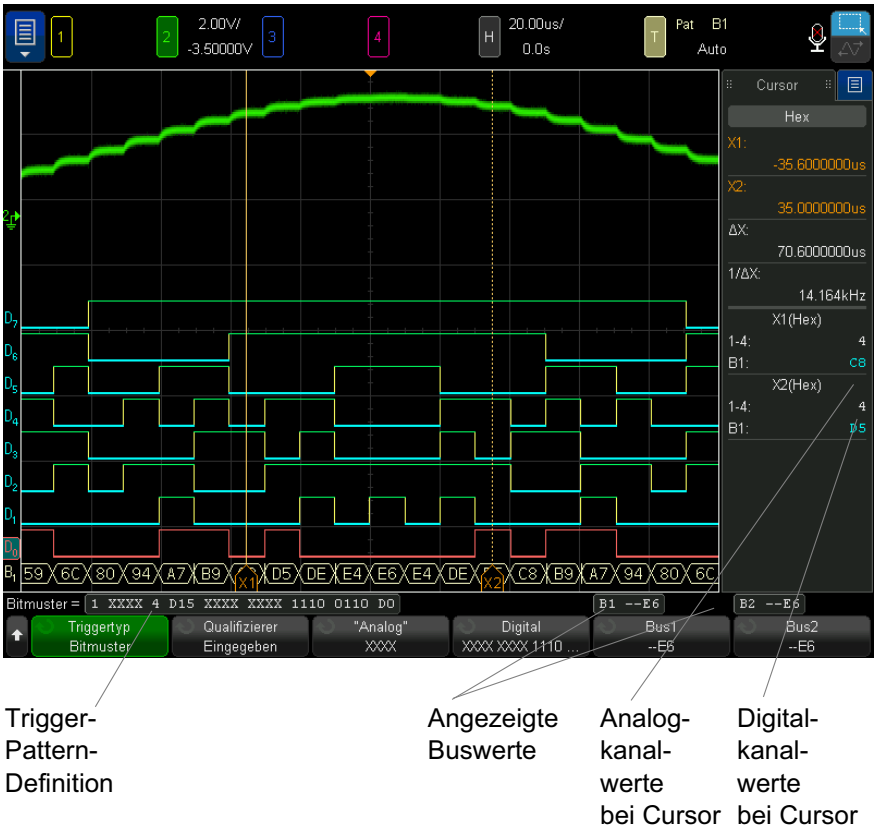


Buswerte werden angezeigt, wenn der Trigger Bitmuster verwendet wird.

Die Buswerte werden auch angezeigt, wenn die Triggerfunktion Bitmuster verwendet wird. Drücken Sie die Taste **[Pattern] Bitmuster** auf dem vorderen Bedienfeld, um das Menü Bitmuster Trigger anzuzeigen. Die Buswerte werden dann rechts über den Softkeys angezeigt.

Das Dollarzeichen ($) wird im Buswert angezeigt, wenn der Buswert nicht als Hexwert angezeigt werden kann. Dies kommt vor, wenn mindestens ein „Beliebig" (X) mit LOW (0) und HIGH (1) Logikebenen in der Bistmusterspezifikation

kombiniert werden, oder wenn eine der Wechselanzeigen – steigende Flanke oder fallende Flanke – in die Bitmusterspezifikation einbezogen werden. Ein Byte, das aus allen „beliebig" (X) besteht wird im Bus als „beliebig" (X) angezeigt.



Weitere Informationen über die Bitmuster-Triggerung finden Sie unter "Bitmuster-Trigger" auf Seite 193.

Signaltreue digitaler Kanäle: Messsondenimpedanz und -erdung

Bei Verwendung des Mixed-Signal-Oszilloskops treten möglicherweise Probleme im Zusammenhang mit Messsonden auf. Diese Probleme lassen sich in zwei Kategorien einteilen: Messsondenladung und Messsondenerdung. Probleme bei der Messsondenladung betreffen im Allgemeinen das Messobjekt, während Probleme bei der Messsondenerdung die Genauigkeit der zum Messgerät gesendeten Daten beeinträchtigen. Das erste Problem wird durch die Konstruktion der Messsonden minimiert, während das zweite Problem durch optimale Vorgehensweisen beim Einsatz der Messsonden behoben werden kann.

Eingangsimpedanz

Logikmesssonden sind passive Messsonden, die eine hohe Eingangsimpedanz und hohe Bandbreiten bieten. In der Regel schwächen sie das Signal zum Oszilloskop in gewissem Maße ab, normalerweise um 20 dB.

Die Eingangsimpedanz passiver Messsonden wird im Allgemeinen in Form von paralleler Kapazität und Widerstand angegeben. Der Widerstand ist die Summe aus dem Widerstandswert an der Spitze und dem Eingangswiderstand des Testgeräts (siehe folgende Abbildung). Die Kapazität ist die Serienkombination des spitzenkompensierenden Kondensators und des Kabels plus die Gerätekapazität parallel zur Streuspitzenkapazität zur Erdung. Dies führt zwar zu einer Spezifikation der Eingangsimpedanz, die ein genaues Modell für Gleichstrom und niedrige Frequenzen darstellt, das Hochfrequenzmodell des Messsondeneingangs ist jedoch nützlicher (siehe folgende Abbildung). Bei diesem Hochfrequenzmodell werden die reine Spitzenkapazität zur Erdung sowie der Serienspitzenwiderstand und die charakteristische Kabelimpedanz (Z_0) berücksichtigt.

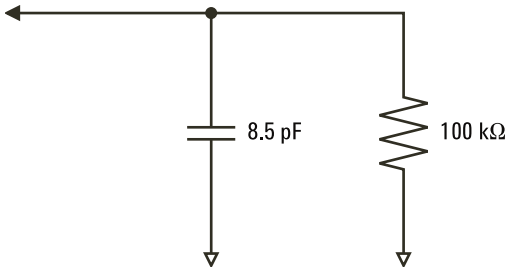


Abbildung 22 Ersatzschaltbild für Gleichstrom- und Niedrigfrequenz-Messsonden

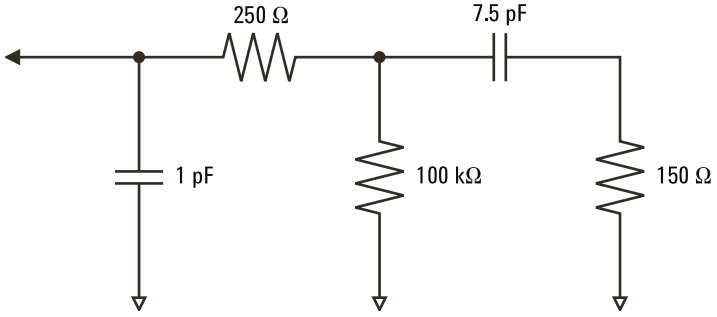


Abbildung 23 Ersatzschaltbild für Hochfrequenz-Messsonde

Die Impedanzpläne für die beiden Modelle werden in diesen Abbildungen dargestellt. Beim Vergleich der beiden Pläne stellen Sie fest, dass sowohl der Serienspitzenwiderstand als auch die charakteristische Impedanz des Kabels die Eingangsimpedanz erheblich erweitern. Die im Allgemeinen geringe Streuspitzenkapazität (1 pF) legt den endgültigen Haltepunkt im Impedanzdiagramm fest.

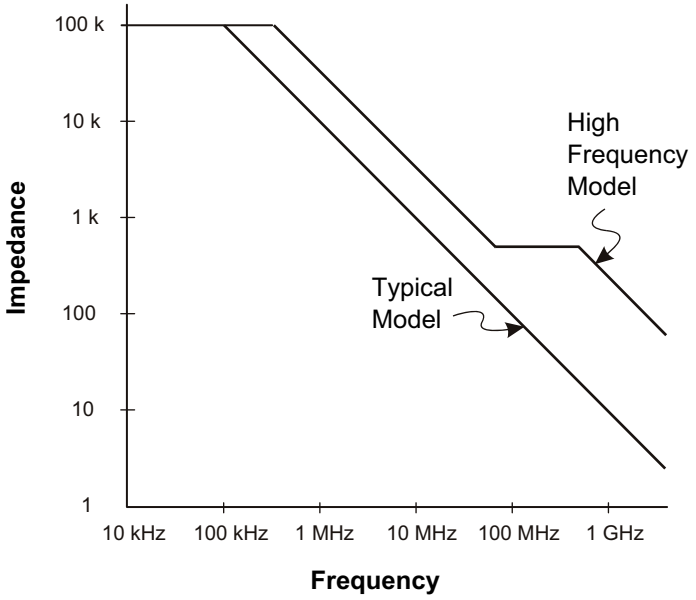


Abbildung 24 Impedanz im Vergleich zur Frequenz für beide Messsonden-Schaltungsmodelle

Die Logikmesssonden werden durch das oben gezeigte Hochfrequenz-Schaltungsmodell dargestellt. Sie bieten so viel Serienspitzenwiderstand wie möglich. Die Streuspitzenkapazität zur Erdung wird durch die entsprechende mechanische Konstruktion der Sondenspitzenbaugruppe auf ein Minimum reduziert. Auf diese Weise wird bei hohen Frequenzen die maximale Eingangsimpedanz erzielt.

Messsondenerdung

Eine Messsondenerdung entspricht dem Pfad mit niedriger Impedanz, auf dem Strom von der Messsonde zur Quelle zurückkehrt. Eine Verlängerung dieses Pfades führt bei hohen Frequenzen zu hohen Gleichtaktspannungen am Messsondeneingang. Die erzeugte Spannung verhält sich so, als wäre dieser Pfad ein der folgenden Gleichung entsprechender Induktor:

$$V = L\frac{di}{dt}$$

Durch Erhöhen der Erdungsinduktivität (L) oder der Stromstärke (di) bwz. durch Senken der Übergangszeit (dt) wird die Spannung (V) erhöht. Wenn diese Spannung den im Oszilloskop definierten Spannungsschwellenwert überschreitet, tritt ein Fehler bei der Datenmessung auf.

Wird eine Messsondenerdung durch mehrere Messsonden gemeinsam verwendet, muss der Strom, der in die einzelnen Messsonden fließt, durch dieselbe gemeinsame Erdungsinduktivität derjenigen Messsonde zurückfließen, deren Erdungsrückleitung verwendet wird. Dies führt in der obigen Gleichung zu einer erhöhten Stromstärke (di) und, je nach Übergangszeit (dt), zu einer Erhöhung der Gleichtaktspannung bis zu einem Bereich, in dem Fehler bei der Datengenerierung auftreten.

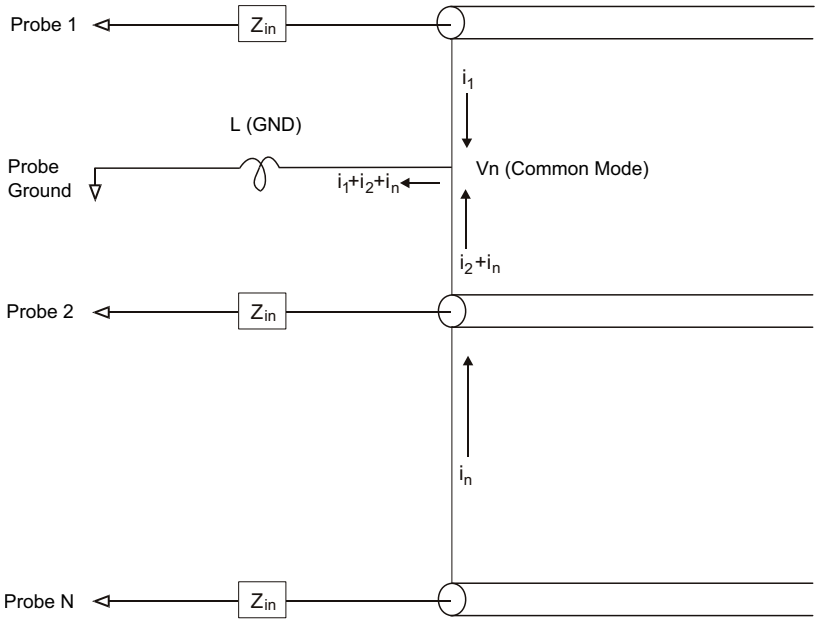


Abbildung 25 Gleichtakt-Eingangsspannungsmodell

Neben der Gleichtaktspannung wird durch längere Erdungsrückleitungen auch die Impulstreue des Messsondensystems herabgesetzt. Die Anstiegszeit wird erhöht, und auch Überschwingungen werden durch die ungedämpfte LC-Schaltung am Messsondeneingang verstärkt. Da die Digitalkanäle neu aufgebaute Wellenformen anzeigen, werden Überschwingungen und Störungen nicht dargestellt. Erdungsprobleme können durch Untersuchung der Wellenformanzeige nicht ermittelt werden. Tatsächlich entdecken Sie das Problem wahrscheinlich eher durch unregelmäßige Störimpulse oder inkonsistente Datenmessungen. Verwenden Sie zur Anzeige von Überschwingungen und Störungen die Analogkanäle.

Optimale Vorgehensweisen beim Einsatz von Messsonden

Aufgrund der Variablen L, di, und dt, ist möglicherweise nicht klar, wieviel Spielraum in Ihrer Messanordnung verfügbar ist. Im Folgenden werden optimale Vorgehensweisen beim Einsatz von Messsonden aufgeführt:

- Die Erdungsleitung von jeder Digitalkanalgruppe (D15–D8 und D7–D0) sollte mit der Erdung des Messobjekts verbunden sein, wenn ein Kanal innerhalb der Gruppe zur Datenerfassung verwendet wird.
- Bei der Erfassung von Daten in einer lauten Umgebung sollte zusätzlich zur Erdung der Kanalgruppe die Erdung jeder dritten Kanalmesssonde verwendet werden.
- Bei Hochgeschwindigkeitsmessungen (Anstiegszeit < 3 ns) sollte für jede Digitalkanalmesssonde eine eigene Erdung verwendet werden.

Beim Entwerfen eines Hochgeschwindigkeits-Digitalsystems sollten Sie eigene Messanschlüsse vorsehen, die direkt mit dem Messsondensystem des Geräts kommunizieren. Auf diese Weise wird die Messanordnung vereinfacht und eine wiederholbare Methode zur Erfassung von Testdaten sichergestellt. Über das 01650-61607-Kabel der Logikmesssonde mit 16 Kanälen und den 01650-63203-Abschlussadapter wird das Anschließen an 20-polige Leiterplattenverbinder nach Industriestandard vereinfacht. Bei dem Kabel handelt es sich um ein 2 m langes Kabel für eine Logikmesssonde, und der Abschlussadapter bietet die passenden RK-Netzwerke in einem sehr komfortablen Paket. Diese Teile sowie der 1251-8106 20-polige, niedrige, gerade Leiterplattenverbinder können bei Keysight Technologies bestellt werden.

7 Seriell dekodieren

Optionen für die serielle Dekodierung / 159
Auflister / 161
Durchsuchen von Auflister-Daten / 163

Triggerung auf seriellen Daten

In einigen Fällen, wenn auf langsame serielle Signale getriggert wird (z. B. I2C, SPI, CAN, LIN usw.) kann es erforderlich sein, vom Modus der automatischen Triggerung in den Triggermodus „Normal" zu wechseln, um zu verhindern, dass das Oszilloskop automatisch triggert und die Anzeige stabilisiert. Sie können den Triggermodus wie folgt auswählen:

- Durch Berühren von "Auto" oder "Getrigg." im Bildschirm, um den Triggermodus schnell umzuschalten. Siehe hierzu “Zugriff auf das Triggermenü, Änderung des Triggermodus und Öffnen des Dialogfelds Triggerpegel" auf Seite 62.
- Drücken der Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend des Softkeys **Modus**.

Außerdem muss für jeden Quellkanal der Grenzwert-Spannungspegel entsprechend eingestellt werden. Der Grenzwertpegel für jedes serielle Signal kann im Menü Signale eingestellt werden. Drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell** und anschließend auf den Softkey **Signale**.

Optionen für die serielle Dekodierung

Die Hardware-beschleunigten Optionen von Keysight für das serielle Dekodieren können beim Bau des Oszilloskops integriert werden oder später hinzugefügt werden. Folgende Lizenzen für das serielle Dekodieren sind verfügbar:

Lizenz für serielle Dekodierung:	Siehe:
DSOX6AUTO – Sie können serielle CAN (Controller Area Network)- und LIN (Local Interconnect Network)-Busse dekodieren.	▪ "CAN/CAN FD Seriell Dekodieren" auf Seite 456. ▪ "LIN-Seriell Dekodieren" auf Seite 468.
DSOX6FLEX – Sie können serielle FlexRay-Busse dekodieren.	▪ "FlexRay – Serielle Dekodierung" auf Seite 477.
DSOX6EMBD – Sie können serielle I2C (Inter-IC)- und SPI (Serial Peripheral Interface)-Busse dekodieren.	▪ "I2C-Serielle Dekodierung" auf Seite 489. ▪ "SPI-Seriell Dekodieren" auf Seite 499.
DSOX6AUDIO – Sie können serielle I2S (Inter-IC Sound or Integrated Interchip Sound)-Busse dekodieren.	▪ "I2S-Seriell Dekodieren" auf Seite 511.
DSOX6COMP – Sie können viele UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)-Protokolle einschließlich RS232 (Empfohlener Standard 232) dekodieren.	▪ "UART/RS232 Serielles Dekodieren" auf Seite 553.
DSOX6AERO – Sie können serielle MIL-STD-1553- und ARINC 429-Busse dekodieren.	▪ "MIL-STD-1553 – Serielle Dekodierung" auf Seite 520. ▪ "ARINC 429 – Serielle Dekodierung" auf Seite 528.
DSOX6SENSOR – Sie können serielle SENT-Busse (Single Edge Nibble Transmission) dekodieren.	▪ "SENT Seriell Dekodieren" auf Seite 542.
DSOX6USBFL oder DSOX6USBH – Sie können serielle Busse mit voller oder niedriger USB-Geschwindigkeit oder High-Speed-USB dekodieren.	▪ "USB 2.0 – Serielle Dekodierung" auf Seite 563.

Informationen zur Feststellung, welche Lizenzen auf Ihrem Oszilloskop installiert sind, finden Sie unter "Anzeigen von Informationen zum Oszilloskop" auf Seite 407.

Sie können Lizenzen für das serielle Dekodieren unter www.keysight.com bestellen, indem Sie die Produktnummer suchen (z. B. DSOX6AUTO), oder Sie wenden sich an Ihren Keysight Technologies-Vertriebsbeauftragten vor Ort (siehe www.keysight.com/find/contactus).

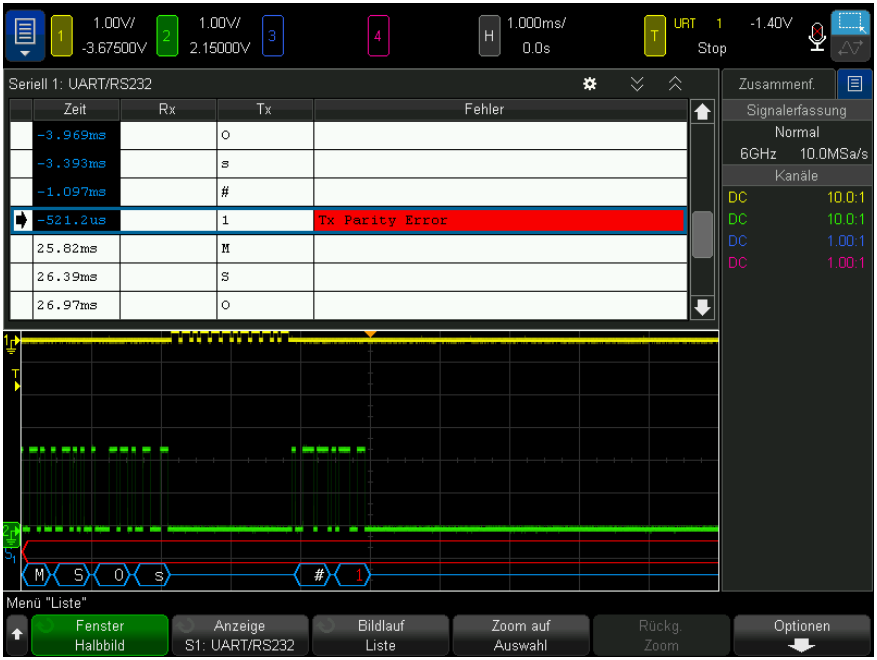
Auflister

Der Auflister ist ein Werkzeug zum Prüfen von Protokollfehlern. Mit dem Auflister können Sie große Mengen serieller Paketdaten inklusive Zeitmarkierungen und bestimmter dekodierter Werte im Tabellenformat anzeigen. Nach Drücken der Taste **[Single] Einzeln** können Sie den Softkey **Bildlauf Auflister** drücken und dann den Eingabedrehknopf drehen, um ein Ereignis auszuwählen. Anschließend drücken Sie den Softkey **Auf Auswahl zoomen**, um zu dem Ereignis zu springen.

So verwenden Sie den Auflister:

1. Richten Sie den Trigger ein und dekodieren Sie an den zu analysierenden seriellen Datensignalen.
2. Drücken Sie **[Serial] Seriell > Auflister**.
3. Drücken Sie **Fenster**; anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf zur Auswahl der Größe des Auflister-Fensters (**Halbbild** oder **Vollbild**).

   Bei aktiviertem Touchscreen können Sie die Balken Nach unten oder Nach oben im Raster oben rechts berühren, um die Größe des Auflisterfensters festzulegen.
4. Drücken Sie **Anzeige** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf zur Auswahl des seriellen Steckplatzes (**Seriell 1** oder **Seriell 2**), an dem die seriellen Bussignale dekodiert werden. (Bei Auswahl von **Alle** sind die Dekodierungsinformationen für verschiedene Busse zeitverschachtelt.)



Bevor Sie eine Zeile auswählen oder durch die Auflister-Daten navigieren können, müssen die Oszilloskoperfassungen angehalten werden.

5 Drücken Sie die Taste **[Single] Einzeln** (in der Gruppe der „Run"-Bedienungselemente am vorderen Bedienfeld), um die Erfassung anzuhalten.

Beim Drücken von **[Single] Einzeln** anstatt **[Stop] Stopp** wird die maximale Speichertiefe gefüllt.

Wird die Darstellung einer großen Anzahl von Paketen verkleinert und angezeigt, werden im Auflister ggf. nicht für alle Pakete Informationen angezeigt. Wenn die Taste **[Single] Einzeln** gedrückt wird, zeigt der Auflister alle seriellen Dekodierungsinformationen an.

6 Drücken Sie den Softkey **Bildlauf Auflister** und blättern Sie mit dem Drehknopf durch die Daten.

Zeitmarkierungen in der Zeitspalte geben standardmäßig die Ereigniszeit in Bezug auf den Triggerpunkt an und können optional für die vorherige Zeile konfiguriert werden, wie im folgenden Schritt 9 beschrieben. Die Zeitmarkierungen der im Wellenformanzeigebereich angezeigten Ereignisse sind dunkel hinterlegt.

7 Drücken Sie den Softkey **Auf Auswahl zoomen** (oder drücken Sie den Eingabeknopf), um die Wellenformanzeige an der mit der ausgewählten Auflister-Zeile verknüpften Zeit anzuzeigen und automatisch die horizontale Skaleneinstellung einzustellen.

8 Drücken Sie den Softkey **Rückg. Zoom**, um vor dem letzten **Auf Auswahl zoomen** zur horizontalen Skala und Verzögerungseinstellungen zurückzukehren.

9 Drücken Sie den Softkey **Optionen**, um das Auflister-Optionenmenü zu öffnen. In diesem Menü können Sie:

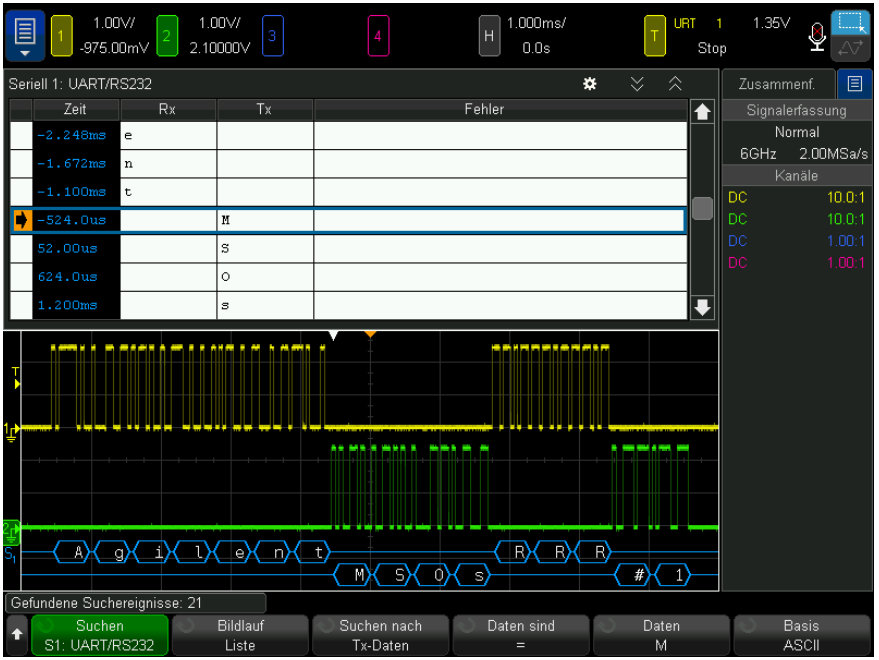
- Die Option **Verfolgungszeit** aktivieren oder deaktivieren. Bei Aktivierung wird beim Auswählen von Auflister-Zeilen (Drehknopf bei gestoppten Erfassungen verwenden) die horizontale Verzögerung zur Zeit der ausgewählten Zeile geändert. Außerdem führt eine Änderung der horizontalen Verzögerung zum Blättern durch den Auflister.
- Drücken Sie den Softkey **Bildlauf Auflister** und blättern Sie mit dem Drehknopf durch die Datenzeilen in der Auflister-Anzeige.
- Drücken Sie den Softkey **Zeitref.** und wählen Sie mit dem Drehknopf, ob die Spalte Zeit in der Auflister-Anzeige Zeiten für den Trigger oder die vorherige Paketzeile anzeigen soll.

Durchsuchen von Auflister-Daten

Wenn die serielle Dekodierung aktiviert ist, können Sie den Schlüssel **[Search] Suchen** verwenden, um Zeilen im Auflister zu finden und zu markieren.

Mit dem Softkey **Suchen** können Sie zu suchende Ereignisse angeben. Er entspricht der Angabe von Protokolltriggern.

Gefundene Ereignisse werden in der äußersten linken Auflister-Spalte orange markiert. Die Gesamtzahl gefundener Ereignisse wird über den Softkeys angezeigt.



Jede Option zur seriellen Dekodierung ermöglicht Ihnen, protokollspezifische Header, Daten, Fehler, etc. zu finden. Siehe:

- "Suchen nach ARINC 429-Daten im Auflister" auf Seite 534
- "Suchen nach CAN-Daten im Auflister" auf Seite 462
- "Suchen nach FlexRay-Daten im Auflister" auf Seite 481
- "Suchen nach I2C-Daten im Auflister" auf Seite 492
- "Suchen nach I2S-Daten im Auflister" auf Seite 515
- "Suchen nach LIN-Daten im Auflister" auf Seite 472
- "Suchen nach MIL-STD-1553-Daten im Auflister" auf Seite 524
- "Suchen nach SENT-Daten in den Auflister" auf Seite 548
- "Suchen nach SPI-Daten im Auflister" auf Seite 503
- "Suchen nach UART/RS232-Daten im Auflister" auf Seite 557
- "Suchen nach ARINC 2.0-Daten im Auflister" auf Seite 568

8 Display-Einstellungen

So legen Sie die Wellenformintensität fest / 165
Festlegen oder Löschen der Persistenz / 167
So löschen Sie die Anzeige / 169
So wählen Sie den Gitterrastertyp aus / 169
So stellen Sie die Gitterrasterintensität ein / 170
So fügen Sie eine Anmerkung hinzu / 170
So zeigen Sie Wellenformen als Vektoren oder Punkte an / 173
So deaktivieren/aktivieren Sie Anti-Aliasing / 174
Fixieren der Anzeige / 175

So legen Sie die Wellenformintensität fest

Sie können die Intensität der angezeigten Wellenformen anpassen, um verschiedene Signaleigenschaften zu verdeutlichen, beispielsweise schnelle Zeit-/Div-Einstellungen und niedrige Triggerraten.

Durch eine Erhöhung der Intensität können Sie die maximale Rauschmenge und sporadisch auftretende Ereignisse anzeigen.

Durch die Reduzierung der Intensität können in komplexen Signalen mehr Einzelheiten angezeigt werden, wie in den nachfolgenden Abbildungen zu sehen ist.

1 Drücken Sie die Taste **[Intensity] Intensität**, um sie zu aktivieren.

   Diese Taste befindet sich direkt unter dem Eingabedrehknopf.

2 Drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Signalintensität anzupassen.

Die Anpassung der Signalintensität wirkt sich nur auf Analogkanal-Wellenformen aus (nicht auf mathematische Wellenformen, Referenzwellenformen, digitale Wellenformen usw.).

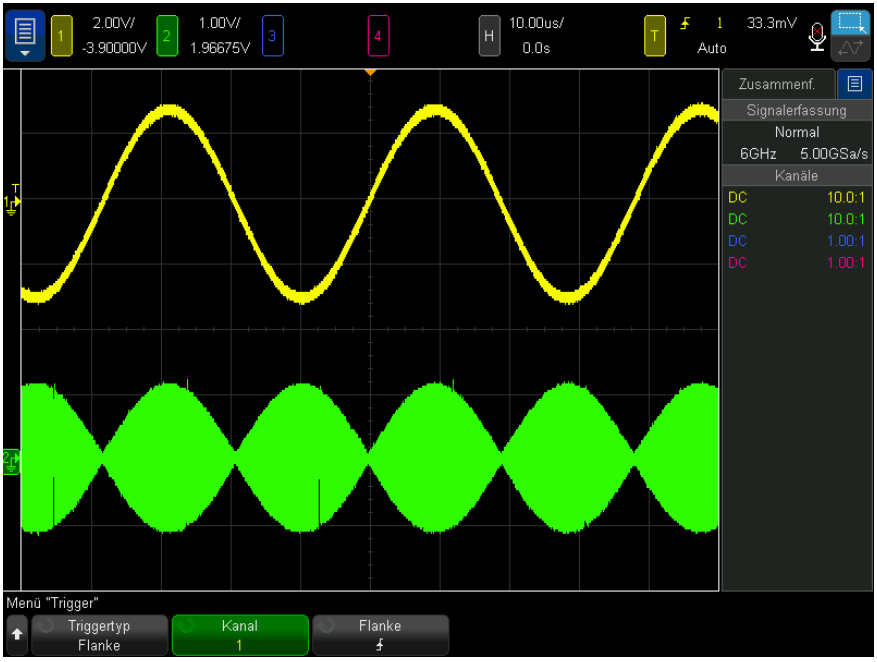


Abbildung 26 Amplitudenmodulation bei 100% Intensität

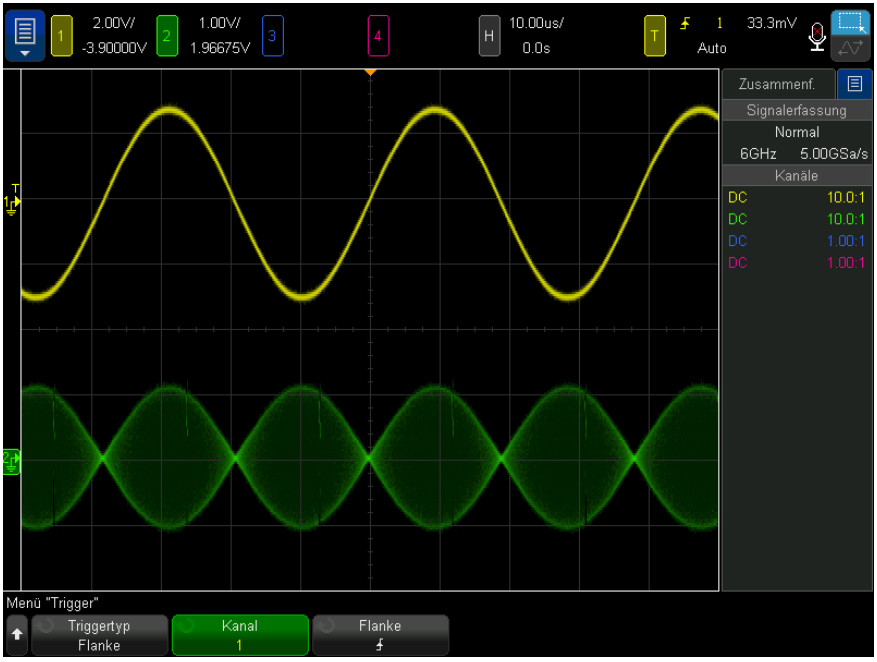


Abbildung 27 Amplitudenmodulation bei 40% Intensität

Festlegen oder Löschen der Persistenz

Mit der Persistenz wird auf dem Oszilloskop die Anzeige mit neuen Datenzugängen aktualisiert, ohne dabei die Ergebnisse vorheriger Datenzugänge sofort zu löschen. Alle vorherigen Datenzugänge werden mit reduzierter Intensität angezeigt. Neue Werte werden in ihrer normalen Farbe mit normaler Intensität angezeigt.

Die Persistenz für Wellenformen wird nur für den aktuellen Anzeigebereich beibehalten. Der Persistenzbereich kann nicht verschoben, vergrößert oder verkleinert werden.

Verwenden der Persistenz:

1 Drücken Sie die Taste **[Display] Anzeigen** und anschließend den Softkey **Persistenz**.

2 Drücken Sie im Wellenformpersistenz-Menü **Persistenz** und drehen Sie anschließen den Eingabedrehknopf, um zwischen folgenden Optionen auszuwählen:

- **Aus** – Deaktiviert die Persistenz.

  Wenn die Persistenz deaktiviert ist, können Sie den Softkey **Wellenformen erfassen** drücken, um eine unbegrenzte Single-Shot-Persistenz durchzuführen. Ein einzelner Messwert wird mit reduzierter Intensität angezeigt. Dieser verbleibt in der Anzeige, bis die Nachleuchtfunktion oder die Anzeige gelöscht werden.

  In den Persistenzdaten sind aktive Analogkanäle und Digitalkanäle enthalten.

- ∞ **Persistenz** – (Infinite Persistence, unbegrenzte Persistenz) Ergebnisse vorheriger Erfassungen werden niemals gelöscht.

  Die Betriebsart „Infinite Persistence" eignet sich hervorragend für Rausch- und Jitter-Messungen, zur Bestimmung von „Worst-Case"-Signalabweichungen, Erkennung von Timing-Verstößen oder Erfassung sporadischer Ereignisse.

- **Variable Persistenz** – Ergebnisse vorheriger Erfassungen werden nach einer bestimmten Zeit gelöscht.

  Mit der variablen Persistenz werden erfasste Datenwerte ähnlich angezeigt wie bei einem analogen Oszilloskop.

  Drücken Sie bei aktivierter variabler Persistenz den Softkey **Zeit**, und geben Sie mithilfe des Eingabedrehknopfs den Zeitraum an, für den vorherige Datenwerte angezeigt werden sollen.

Die Messkurven werden jetzt übereinander geschrieben.

3 Um die Ergebnisse vorheriger Erfassungen aus dem Display zu löschen, drücken Sie den Softkey **Persistenz löschen**.

Das Oszilloskop beginnt anschließend erneut mit dem Kumulieren von Messkurven.

4 Um das Oszilloskop in den normalen Anzeigemodus zurückzuversetzen, schalten Sie die Persistenz aus. Drücken Sie anschließend den Softkey **Persistenz löschen**.

   Durch das Ausschalten der Persistenz werden die Daten auf dem Display nicht gelöscht. Das Display wird gelöscht, wenn Sie den Softkey **Anzeige löschen** oder die Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.** drücken (durch welche die Persistenz ebenfalls deaktiviert wird).

Eine weitere Methode zur Anzeige von Worst-Case-Extremwerten finden Sie unter "Erfassung von Störimpulsen oder schmalen Impulsen" auf Seite 240.

So löschen Sie die Anzeige

1 Drücken Sie **[Clear Display] Anzeige löschen** (oder **[Display] > Clear Display**).

Zusätzlich können Sie die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** für das Löschen der Anzeige konfigurieren. Siehe "Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

So wählen Sie den Gitterrastertyp aus

Wenn der Triggertyp **Video** ausgewählt ist (siehe "Video-Trigger" auf Seite 204) und die vertikale Skalierung von mindestens einem angezeigten Kanal 140 mV/div ist, können Sie mit dem Softkey **Gitter** aus den folgenden Gittertypen auswählen:

- **Full** – Das normale Oszilloskopgitter.
- **mV** – Zeigt vertikale Gitter an; links gekennzeichnet von -0,3 V bis 0,8 V.
- **IRE** – (Institute of Radio Engineers) Zeigt vertikale Gitter in IRE-Einheiten an; links gekennzeichnet von -40 bis 100 IRE. Die Pegel 0,35 V und 0,7 V aus dem **mV**-Gitter werden ebenfalls angezeigt und auf der rechten Seite gekennzeichnet. Wenn das Gitter **IRE** ausgewählt ist, werden Cursorwerte in IRE-Einheiten angezeigt. (Cursorwerte über die Remoteschnittstelle werden nicht in IRE-Einheiten dargestellt).

Die Gitterwerte **mV** und **IRE** sind präzise (und stimmen mit Y-Cursorwerten überein), wenn die vertikale Skalierung 140 mV/div. und der vertikale Offset 245 mV beträgt.

So wählen Sie den Gitterrastertyp aus:

1 Drücken Sie die Taste **[Display] Anzeigen** und anschließend den Softkey **Gitter**.
2 Drücken Sie im Gittermenü den Softkey **Gitter** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den Gittertyp auszuwählen.

So stellen Sie die Gitterrasterintensität ein

So stellen Sie die Intensität des Anzeigegitters (Raster) ein:

1 Drücken Sie die Taste **[Display] Anzeigen** und anschließend den Softkey **Gitter**.
2 Drücken Sie im Gittermenü den Softkey **Gitterintensität**; anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Helligkeit des angezeigten Rasters zu verändern.

Die Intensitätsstufe wird im Softkey **Gitterintensität** angezeigt und kann zwischen 0 bis 100% eingestellt werden.

Alle wesentlichen vertikalen Divisionen im Raster entsprechen der vertikalen Empfindlichkeit, die in der Statuszeile im oberen Bereich des Displays angezeigt wird.

Alle wesentlichen horizontalen Einteilungen im Gitter entsprechen der Zeit-/Div-Einstellung, die in der Statuszeile im oberen Bereich des Displays angezeigt wird.

So fügen Sie eine Anmerkung hinzu

Sie können in das Display des Oszilloskops Anmerkungen einfügen. Die Funktion für Anmerkungen ist für Dokumentationszwecke nützlich, um vor Bildschirmaufzeichnungen Hinweise hinzuzufügen.

Hinzufügen einer Anmerkung:

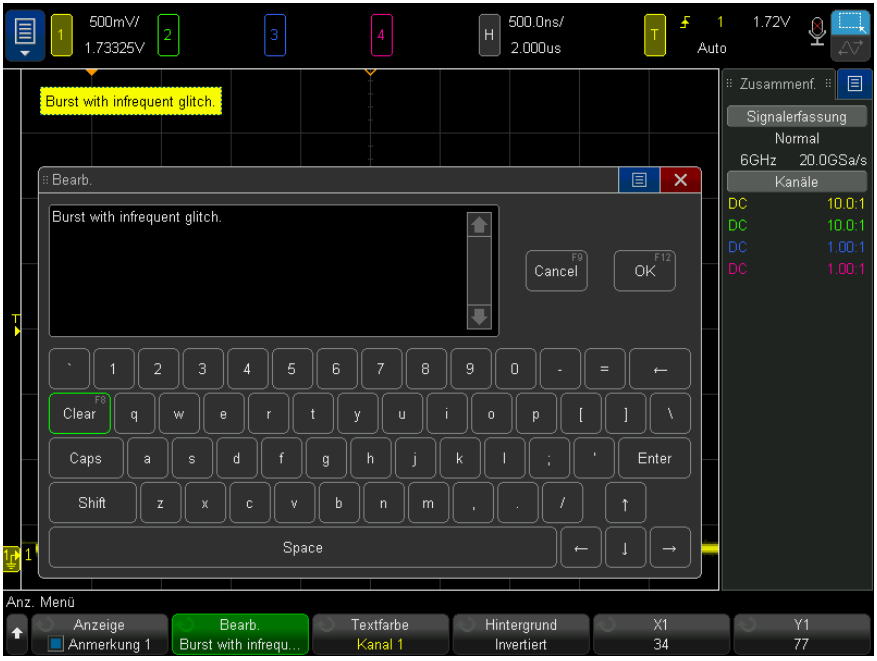
1 Drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld des Oszilloskops die Taste **[Display] Anzeige**.
2 Drücken Sie **Anmerkungen** im Menü Anzeige.
3 Drücken Sie im Menü Anmerkungen den Softkey **Anzeige**, und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um die gewünschte Anmerkung auszuwählen.

4 Drücken Sie dann erneut den Softkey **Anzeige**, um die Anzeige der Anmerkungsanzeige zu aktivieren/deaktivieren.

   Bei Aktivierung können Sie die Anmerkung an eine beliebige Stelle ziehen. Verwenden Sie hierzu den Touchscreen, eine USB-Maus oder die Softkeys **X1** und **Y1**.

5 Drücken Sie **Bearbeiten**.

6 Verwenden Sie Folgendes, um in das Tastaturdialogfeld Bearbeiten Text einzugeben:



- Touchscreen (wenn die Taste **[Touch] Berühren** im vorderen Bedienfeld leuchtet).
- Der Eingabedrehknopf. Drehen Sie diesen Knopf, um im Dialogfeld eine Taste auszuwählen, anschließend drücken Sie zur Eingabe den Eingabedrehknopf.
- Eine angeschlossene USB-Tastatur.

- Eine angeschlossene USB-Maus – Sie können im Bildschirm auf alles klicken, was berührt werden kann.

7 Wenn Sie den gesamten Text eingegeben haben, wählen Sie die Eingabetaste des Dialogfelds oder OK-Taste aus oder drücken Sie den Softkey **Bearbeiten** erneut.

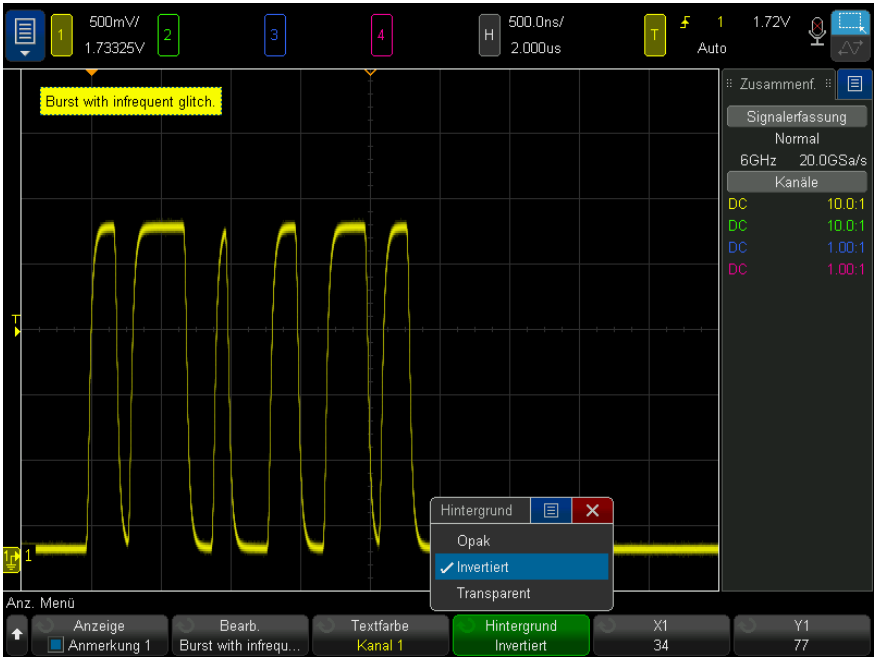
Der Anmerkungstext erscheint im Softkey.

8 Drücken Sie den Softkey **Textfarbe** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Farbdarstellung auszuwählen.

Zur Auswahl stehen Weiß, Rot oder Farben für Analogkanäle, Digitalkanäle, math. Wellenformen, Referenzwellenformen oder Marker.

9 Drücken Sie den Softkey **Hintergrund** und drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl der Hintergrundfarbe:

- **Opak** – Die Anmerkung hat einen ausgefüllten Hintergrund.
- **Invertiert** – Die Vorder- und Hintergrundfarben der Anmerkung sind ausgewechselt.
- **Transparent** – Die Anmerkung hat einen transparenten Hintergrund.



Siehe auch
- "So speichern Sie BMP- oder PNG-Bilddateien" auf Seite 370
- "So drucken Sie die Anzeige des Oszilloskops" auf Seite 383

So zeigen Sie Wellenformen als Vektoren oder Punkte an

Oszilloskope der Keysight InfiniiVision 6000 X-Serie wurden für den optimalen Betrieb mit Vektoren (mit den Punkten verbunden) entwickelt. Diese Betriebsart erzeugt in nahezu allen Situationen die aufschlussreichste Signaldarstellung.

Beim Modell mit 6 GHz Bandbreite können Sie Vektoren deaktivieren, um nur Wellenform-Datenpunkte anzuzeigen.

So deaktivieren Sie Vektoren oder aktivieren sie erneut:

1 Drücken Sie die Taste **[Display] Anzeigen** und anschließend den Softkey **Wellenformen**.

2 Drücken Sie **Vektoren**.

Wenn die Betriebsart **Vektoren** aktiviert ist, werden die auf dem Bildschirm dargestellten Datenpunkte durch eine Linie miteinander verbunden.

- Vektoren geben dem Signal ein ähnliches Aussehen, wie Sie es von einem Analogoszilloskop kennen. Komplexe analoge Signale, wie z. B. Video- und Modulationssignale zeigen bei eingeschalteter Vektor-Betriebsart analogähnlich intensive Messkurven.
- Auch steile Flanken (beispielsweise eines Rechtecksignals) sind dadurch als solche erkennbar.
- Ganz ähnlich wie bei der Linie eines analogen Oszilloskops ermöglicht die Vektor-Betriebsart auch bei komplexen Signalen die Anzeige kleinster Details, selbst dann, wenn das Detail nur eine geringe Pixelgröße besitzt.

Schalten Sie die Vektor-Betriebsart ab, wenn hochkomplexe oder mehrwertige Signale angezeigt werden sollen. Durch das Abschalten der Vektor-Betriebsart können veränderliche Signale, wie z. B. Augendiagramme besser angezeigt werden.

Durch die eingeschaltete Vektor-Betriebsart wird die Anzeigegeschwindigkeit nicht reduziert.

Digitalkanäle an einem Oszilloskop mit gemischten Signalen sind von der Einstellung Vektoren nicht betroffen. Sie werden stets mit aktivierten Vektoren angezeigt. Sie enthalten zusätzlich Informationen für eine Erfassung.

So deaktivieren/aktivieren Sie Anti-Aliasing

Da bei langsamerer Zeitablenkung die Abtastgeschwindigkeit kleiner ist, reduziert hier ein unternehmenseigener Anzeigealgorithmus die Aliasing-Wahrscheinlichkeit.

Das Anti-Aliasing ist standardmäßig aktiviert. Sofern es keinen bestimmen Grund gibt diese Einstellung zu deaktivieren, sollten Sie sie beibehalten.

Anti-Aliasing ist automatisch ausgeschaltet, obwohl der Softkey **Anti-Aliasing** aktiviert erscheint, wenn FFTs aktiviert sind, wenn die mathematischen Funktionen für Hüllkurve oder Ableiten aktiviert sind oder wenn die Jitter-Analyse aktiviert ist.

Falls Sie das Anti-Aliasing abschalten müssen, drücken Sie **[Display] Anzeige > Wellenformen** und dann den Softkey **Anti-Aliasing**, um die Funktion auszuschalten. Die angezeigten Wellenformen sind nun empfindlicher für Aliasing.

Fixieren der Anzeige

Um die Anzeige zu fixieren, ohne die laufende Datenerfassung zu unterbrechen, müssen Sie die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** konfigurieren. Siehe "Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

1. Nach der Konfiguration der Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** können Sie die Taste drücken, um die Anzeige zu fixieren.
2. Drücken Sie zum Aufheben der Fixierung erneut die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle**.

Auf der fixierten Anzeige können manuelle Cursor verwendet werden.

Die Fixierung der Anzeige wird durch viele Aktivitäten aufgehoben. Hierzu gehören das Anpassen des Triggerpegels, das Anpassen vertikaler oder horizontaler Einstellungen oder das Speichern von Daten.

9 Bezeichnungen

So schalten Sie das Bezeichnungsdisplay ein oder aus / 177
So weisen Sie einem Kanal eine vordefinierte Bezeichnung zu / 178
So definieren Sie eine neue Bezeichnung / 179
Laden einer Liste von Bezeichnungen aus einer von Ihnen erstellten Textdatei / 181
So setzen Sie die Bezeichnungsbibliothek auf die Werkseinstellung zurück / 182

Bezeichnungen können festgelegt und den einzelnen analogen Eingangskanälen zugewiesen werden. Außerdem können die Bezeichnungen ausgeschaltet werden, um den Anzeigebereich der Wellenform zu erweitern. Bezeichnungen können auch auf Digitalkanäle auf MSO-Modellen angewendet werden.

So schalten Sie das Bezeichnungsdisplay ein oder aus

1 Drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld die Taste **[Label] Bez.**.

Hierdurch wird die Anzeige von Bezeichnungen für die Analog- und Digitalkanäle eingeschaltet. Bezeichnungen werden am linken Rand der angezeigten Messkurven angezeigt.

Der Softkey **Offset** ermöglicht Ihnen das Anpassen der vertikalen Y-Position der Bezeichnung mit Bezug zur Referenzebene.

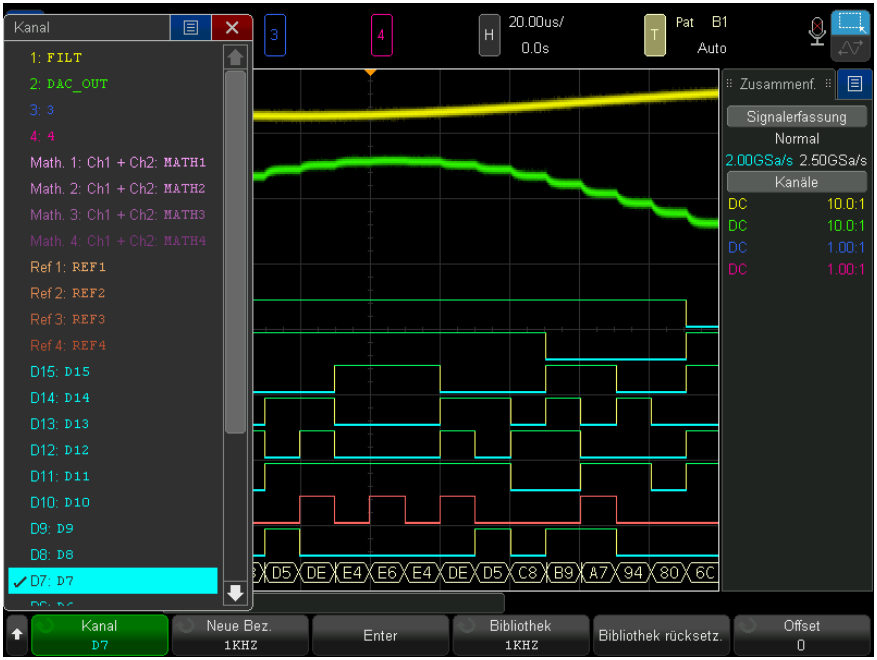
Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel für angezeigte Bezeichnungen.

2 Zum Deaktivieren der Bezeichnungen drücken Sie die Taste **[Label] Bez.** erneut.

So weisen Sie einem Kanal eine vordefinierte Bezeichnung zu

1 Drücken Sie die Taste **[Label] Bez.**.

2 Drücken Sie den Softkey **Kanal** und drehen Sie dann entweder den Eingabedrehknopf oder drücken Sie wiederholt den Softkey **Kanal**, um einen Kanal für die Bezeichnungszuordnung auszuwählen.



Die obige Abbildung zeigt die Liste der Kanäle und die zugehörigen Standardbezeichnungen. Für die Zuweisung einer Bezeichnung muss der Kanal nicht eingeschaltet sein.

3 Drücken Sie den Softkey **Bibliothek** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf oder drücken Sie wiederholt den Softkey **Bibliothek**, um eine vordefinierte Bezeichnung aus der Bibliothek auszuwählen.

4 Für die Zuweisung der Bezeichnung zum ausgewählten Kanal drücken Sie den Softkey **Apply New Label**.

5 Wiederholen Sie das oben beschriebene Verfahren für alle vordefinierten Bezeichnungen, die einem Kanal zuzuweisen sind.

So definieren Sie eine neue Bezeichnung

1 Drücken Sie die Taste **[Label] Bez.**.

2 Drücken Sie den Softkey **Kanal** und drehen Sie dann entweder den Eingabedrehknopf oder drücken Sie wiederholt den Softkey, um einen Kanal für die Bezeichnungszuweisung auszuwählen.

   Für die Zuweisung einer Bezeichnung muss der Kanal nicht eingeschaltet sein. Ist der Kanal eingeschaltet, wird die aktuelle Bezeichnung markiert.

3 Drücken Sie den Softkey **Neue Bez.**.

4 Im Tastaturdialogfeld Neue Bezeichnung können Sie Text eingeben, indem Sie Folgendes verwenden:

   - Touchscreen (wenn die Taste **[Touch] Berühren** im vorderen Bedienfeld leuchtet).
   - Der Eingabedrehknopf . Drehen Sie diesen Knopf, um im Dialogfeld eine Taste auszuwählen, anschließend drücken Sie zur Eingabe den Eingabedrehknopf .
   - Eine angeschlossene USB-Tastatur.
   - Eine angeschlossene USB-Maus – Sie können im Bildschirm auf alles klicken, das man anfassen kann.

5 Wenn Sie den gesamten Text eingegeben haben, wählen Sie die Eingabetaste des Dialogfelds oder OK-Taste, oder drücken Sie den Softkey **Neue Bezeichnung** erneut.

   Die neue Bezeichnung erscheint im Softkey.

6 Drücken Sie den Softkey **Neue Bezeichnung zuweisen**, um dem ausgewählten Kanal die neue Bezeichnung zuzuweisen und die neue Bezeichnung in der Bibliothek zu speichern.

Wenn Sie eine neue Bezeichnung definieren, wird diese der Bezeichnungsliste im nichtflüchtigen Speicher hinzugefügt.

Bezeichnungszuweisung mit automatischer Erhöhung

Wird eine Bezeichnung zugewiesen, die auf eine Ziffer endet, beispielsweise ADDR0 oder DATA0, erhöht das Oszilloskop automatisch die Ziffer. Beim Drücken des Softkeys **Neue anwenden Bezeichnung** erscheint dann im Feld „Neue Bez." die geänderte Bezeichnung. Sie müssen also lediglich einen neuen Kanal wählen und erneut den Softkey **Neue Bezeichnung zuweisen** drücken, um dem Kanal die Bezeichnung zuzuweisen. In der Bezeichnungsliste wird nur die ursprüngliche Bezeichnung gespeichert. Diese Funktion erleichtert es, nummerierten Steuerleitungen und Datenbusleitungen aufeinanderfolgende Bezeichnungen zuzuordnen.

Laden einer Liste von Bezeichnungen aus einer von Ihnen erstellten Textdatei

In manchen Fällen bietet es sich an, in einem Texteditor eine Liste von Bezeichnungen zu erstellen und die Bezeichnungsliste anschließend in das Oszilloskop zu laden. Die Liste kann bis zu 75 Bezeichnungen haben. Wird sie geladen, werden die Bezeichnungen in den Anfang der Oszilloskopliste eingefügt. Wenn mehr als 75 Bezeichnungen geladen werden, werden nur die ersten 75 gespeichert.

So laden Sie Bezeichnungen aus einer Textdatei in das Oszilloskop:

1. Verwenden Sie einen Texteditor zum Erstellen der einzelnen Bezeichnungen. Jede Bezeichnung kann aus maximal 32 Zeichen bestehen. Trennen Sie die einzelnen Bezeichnungen durch einen Zeilenumbruch.
2. Benennen Sie die Datei mit „labellist.txt" , und speichern Sie sie auf einem USB-Massenspeichergerät, beispielsweise einem USB-Stick.
3. Laden Sie die Liste über den Datei-Explorer in das Oszilloskop (drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Datei-Explorer**).

HINWEIS

Bezeichnungslistenverwaltung

Drücken Sie den Softkey **Library**, um eine Liste der 75 zuletzt verwendeten Bezeichnungen anzuzeigen. Doppelte Bezeichnungen werden in dieser Liste nicht gespeichert. Bezeichnungen können auf eine beliebige Anzahl von Ziffern enden. Solange die Basis-Zeichenfolge mit einer bestehenden Bezeichnung in der Bibliothek übereinstimmt, wird die neue Bezeichnung nicht zur Bibliothek hinzugefügt. Ist beispielsweise die Bezeichnung A0 in der Bibliothek vorhanden und Sie erstellen eine neue Bezeichnung A12345, wird die neue Bezeichnung nicht hinzugefügt.

Wenn die Liste voll ist, wird beim Definieren einer neuen Kanalbezeichnung die jeweils älteste überschrieben. Die älteste Kanalbezeichnung ist diejenige, die am längsten keinem Kanal mehr zugeordnet wurde. Wenn Sie einem Kanal eine neue Bezeichnung zuordnen, gilt diese Bezeichnung als die jeweils neueste in der Liste. Wenn Sie die Bezeichnungsliste einige Zeit nicht verwenden, haben Ihre Bezeichnungen Vorrang. Dadurch wird die benutzerdefinierte Anpassung des Geräte-Displays vereinfacht.

Wenn die Bezeichnungsliste der Bibliothek zurückgesetzt wird (siehe nächstes Thema), werden alle benutzerdefinierten Bezeichnungen gelöscht und die Bezeichnungsliste erhält die Werkskonfiguration.

So setzen Sie die Bezeichnungsbibliothek auf die Werkseinstellung zurück

HINWEIS Durch Drücken des Softkeys **Reset Library**werden alle benutzerdefinierten Bezeichnungen aus der Bibliothek entfernt und die Bezeichnungen auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Gelöschte benutzerdefinierte Bezeichnungen können nicht wiederhergestellt werden.

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Optionen > Voreinstellungen**.

2 Drücken Sie den Softkey **Bibliothek rücksetz.**.

Dadurch werden alle benutzerdefinierten Bezeichnungen aus der Bibliothek gelöscht und die Bezeichnungen werden auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Dies wirkt sich jedoch nicht auf die Standardbezeichnungen aus, die momentan den Kanälen zugewiesen sind (Bezeichnungen, die im Signalbereich angezeigt werden).

HINWEIS **Festlegen von Standardbezeichnungen ohne Löschen der Standardbibliothek**

Durch Drücken von **[Default Setup] Standard-Setup** werden alle Kanalbezeichnungen auf die Standardbezeichnungen zurückgesetzt. Die Liste benutzerdefinierter Bezeichnungen in der Bibliothek wird jedoch nicht gelöscht.

10 Trigger

Anpassen des Triggerpegels / 185
Erzwingen eines Triggers / 185
Flankentrigger / 186
Trigger Flanke dann Flanke / 188
Impulsbreiten-Trigger / 190
Bitmuster-Trigger / 193
ODER-Trigger / 196
Anstiegs-/Abfallzeit-Trigger / 198
Nte Flanke Burst-Trigger / 200
Trigger für niedrige Impulse / 201
Setup-und-Halten-Trigger / 203
Video-Trigger / 204
Serieller Trigger / 218
Zonenqualifizierter Trigger / 219

Das Trigger-Setup legt fest, wann das Oszilloskop Daten erfasst und anzeigt. Beispielsweise können Sie festlegen, dass das Oszilloskop auf der ansteigenden Flanke des Eingangssignals an Analogkanal 1 triggert.

Durch Drehen des Triggerpegel-Knopfs können Sie den vertikalen Pegel anpassen, der für die Erkennung der Analogkanalflanke verwendet wird.

Zusätzlich zum Flankentriggertyp können Sie Trigger auch auf Anstiegs-/Abfallzeiten, Nte Flanken-Bursts, Bitmuster, Impulsbreiten, niedrige Impulse (Runts), Setup- und Halten-Verstöße, TV-Signale, USB-Signale und serielle Signale festlegen (wenn die Optionslizenzen installiert sind).

Als Triggerquelle kann ein beliebiger Eingangskanal oder ein “Externer Triggereingang" auf Seite 229 am BNC-Eingang verwendet werden.

Änderungen am Trigger-Setup werden sofort angewendet. Wenn Sie das Trigger-Setup nach dem Stoppen einer Messung ändern, werden die neuen Triggerbedingungen wirksam, sobald Sie eine neue Messung durch **[Run/Stop] Start/Stopp** oder **[Single] Einzeln** starten. Wenn Sie das Trigger-Setup während einer laufenden Messung ändern, sind die neuen Triggerbedingungen ab dem nächstfolgenden Signalerfassungszyklus wirksam.

Sie können mit der Taste **[Force Trigger] Trigger erzw.** Daten erfassen und anzeigen, wenn keine Trigger vorhanden sind.

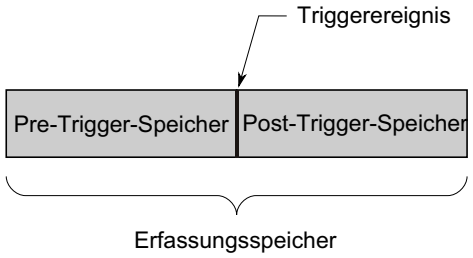
Mit der Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** können Sie Optionen festlegen, die für alle Triggertypen gelten (siehe Kapitel 11, “Triggermodus/Kopplung,” ab Seite 223).

Sie können mit dem Oszilloskop-Setup auch Trigger-Setups speichern (siehe Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367).

Trigger - Allgemeine Informationen

Eine getriggerte Wellenform ist eine Wellenform, bei der das Oszilloskop beginnt, die Wellenform aufzuzeichnen (anzuzeigen), und zwar jedes Mal, wenn eine bestimmte Triggerbedingung erfüllt wird. Die Wellenform wird beginnend von der linken Seite der Anzeige bis zur rechten Seite angezeigt. Dadurch wird eine stabile Anzeige von periodischen Signalen wie Sinuswellen und Rechteckwellen als auch von nichtperiodischen Signalen wie seriellen Datenströmen gewährleistet.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Erfassungsspeicher-Konzept. Das Triggerereignis unterteilt den Erfassungsspeicher gewissermaßen in einen Pre-Trigger- und einen Post-Trigger-Speicher. Die Position des Triggerereignisses innerhalb des Erfassungsspeichers wird durch den Zeitreferenzpunkt und die Verzögerungszeit-Einstellung (horizontale Position) bestimmt (siehe “So legen Sie die horizontale Verzögerung (Position) fest" auf Seite 73).



Anpassen des Triggerpegels

Sie können mit dem Triggerpegel-Drehknopf den gewünschten Triggerpegel für den gewählten Analogkanal einstellen.

Sie können diese Einstellung auch mit dem Touchscreen vornehmen. Siehe hierzu "Zugriff auf das Triggermenü, Änderung des Triggermodus und Öffnen des Dialogfelds Triggerpegel" auf Seite 62.

Sie können den Triggerpegel-Drehknopf drücken, um den Pegel auf 50% des Wertes der Wellenform einzustellen. Bei AC-Kopplung wird der Triggerpegel bei Drücken des Triggerpegel-Knopfes auf 0 V festgelegt.

Wenn hohe (High) und niedrige (Low) bzw. duale Triggerpegel verwendet werden (wie z. B. bei den Triggern für Anstiegs-/Abfallzeit und Zwergimpuls), schaltet der Pegelknopf zwischen hoher und niedriger Pegelkorrektur um.

Die Position des Triggerpegels für den Analogkanal gibt das Symbol T▸ (falls der Analogkanal aktiviert ist) ganz links auf dem Bildschirm an. Der Wert des Analogkanal-Triggerpegels wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

Der Triggerpegel für einen ausgewählten digitalen Kanal wird über das Schwellenwertmenü im Menü Digitalkanal eingestellt . Drücken Sie die Taste **[Digital]** am vorderen Bedienfeld und dann den Softkey **Schwellenwerte**, um den Schwellenwert (TTL, CMOS, ECL oder benutzerdefiniert) für die ausgewählte Digitalkanalgruppe einzustellen. Der Schwellenwert wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

Der Triggerpegel für „Line" ist nicht einstellbar. Dieser Trigger wird entsprechend der Stromversorgung automatisch eingestellt.

HINWEIS Sie können den Triggerpegel aller Kanäle auch ändern, indem Sie **[Analyze] Analyse > Merkmale** drücken und **Triggerpegel** auswählen.

Erzwingen eines Triggers

Die Taste **[Force Trigger] Trigger erzw.** löst einen Trigger (auf beliebiges Objekt) aus und zeigt die Erfassung an.

Diese Taste ist im normalen Triggermodus von Nutzen, wo Erfassungen nur bei Erfüllung der Triggerbedingung durchgeführt werden. Wenn in diesem Modus keine Trigger auftreten (d. h. „Getrigg.?" angezeigt wird), können Sie mittels **[Force Trigger] Trigger erzw.** einen Trigger erzwingen und prüfen, wie die Eingangssignale aussehen.

Wenn die Triggerbedingung im Triggermodus Auto nicht erfüllt ist, werden Trigger erzwungen und „Auto?" angezeigt.

Flankentrigger

Der Triggertyp Flanke erkennt einen Trigger durch Suchen nach einer bestimmten Flanke (Steigung) und dem Spannungsniveau einer Wellenform. Die In diesem Menü können Sie die Triggerquelle und die Triggerflanke wählen. Der Triggertyp, die Triggerquelle und der Triggerpegel werden in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

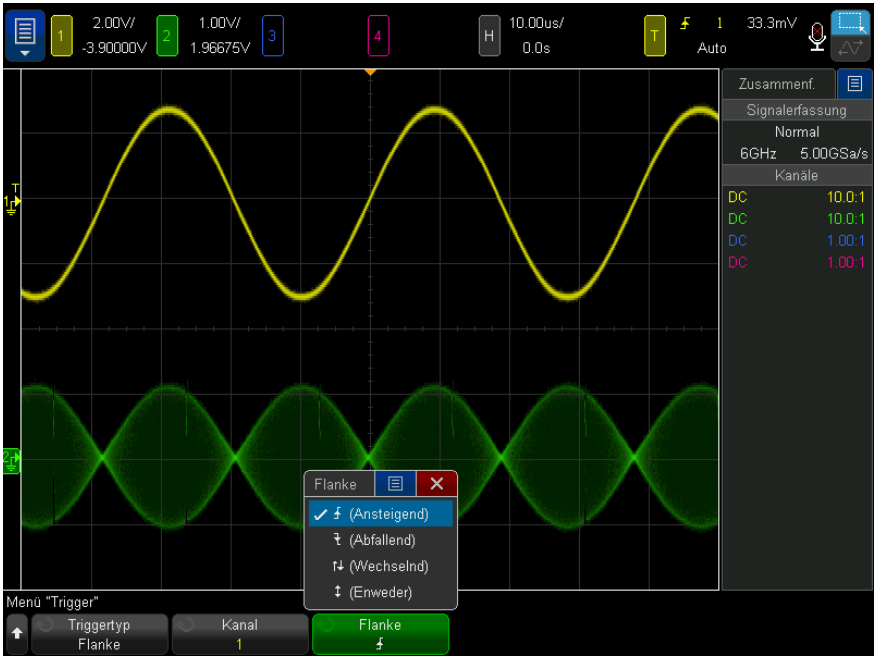
1. Drücken Sie am vorderen Bedienfeld im Abschnitt Trigger die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf **Flanke** aus.
3. Wählen Sie die Triggerquelle:
   - Analoger Kanal, **1** für Anzahl der Kanäle
   - Digitaler Kanal (bei Mixed-Signal-Oszilloskopen), **D0** für Anzahl der digitalen Kanäle minus eins.
   - **Extern** – triggert auf das Signal EXT TRIG IN.
   - **Leitung** – triggert am 50 %-Pegel der ansteigenden oder fallenden Flanke des Netzstromquellensignals.
   - **WaveGen 1/2** – triggert am 50%-Pegel der ansteigenden Flanke des Outputsignals des Wellenformgenerators. (Nicht verfügbar, wenn die Wellenformen DC, Rauschen oder Kardio ausgewählt sind).
   - **Generator Mod (FSK/FM)** – wenn FSK- oder FM-Modulation für den Wellenformgenerator eingesetzt wird, wird auf den 50% Pegel der ansteigenden Flanke des Modulationssignals getriggert.

   Auch abgeschaltete (nicht angezeigte) Kanäle sind als Triggerquelle für die Flankentriggerung verfügbar.

Die gewählte Triggerquelle wird in der oberen rechten Ecke des Displays neben dem Flankensymbol angezeigt.

- **1** bis **4** = analoge Kanäle.
- **D0** bis **Dn** = digitale Kanäle.
- **E** = Externer Triggereingang.
- **L** = Leitungstrigger.
- **W** = Wellenformgenerator.

4 Drücken Sie den Softkey **Flanke** und wählen Sie die ansteigende oder abfallende Flanke, wechselnde Flanken bzw. beide (je nach gewählter Quelle). Die gewählte Flanke wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.



HINWEIS

Der Modus der wechselnden Flanken ist dann nützlich, wenn das Oszilloskop auf beide Flanken eines Taktgebers triggern soll (z. B. bei DDR-Signalen).

Der Modus des Triggerns auf beide Flanken ist sinnvoll, wenn Sie auf eine beliebige Aktivität der gewählten Quelle triggern möchten.

Alle Betriebsarten lassen sich bis zur Oszilloskop-Bandbreite einsetzen (mit Ausnahme von Either Edge, das einer Bandbreitenbegrenzung unterliegt). Beim Triggern auf beide Flanken können Sie auf Constant-Wave-Signale mit bis zu 100 MHz triggern, auf isolierte Impulse jedoch lässt sich mit einer Minimalfrequenz von nur 1/(2*Oszilloskop-Bandbreite) triggern.

Verwenden der automatischen Skalierung zum Einrichten von Flankentriggern

Am einfachsten können Sie einen Flankentrigger an einer Wellenform mithilfe der automatischen Skalierung einrichten. Wenn Sie die Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.** drücken, versucht das Oszilloskop, mithilfe eines einfachen Flankentriggertyps auf die Wellenform zu triggern. Siehe "Verwenden der automatischen Skalierung" auf Seite 35.

HINWEIS

MegaZoom-Technologie vereinfacht Triggerung

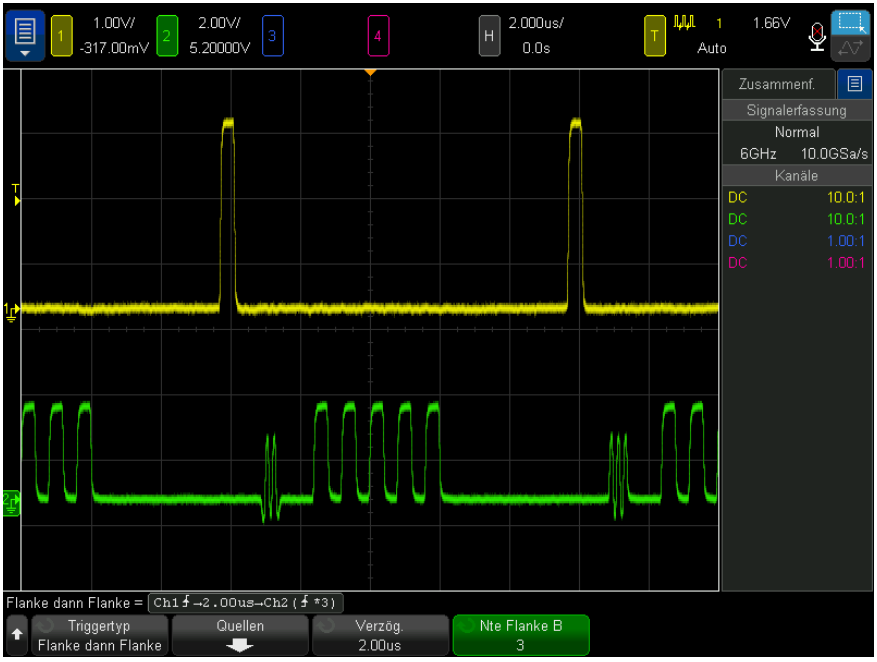
Mit der integrierten MegaZoom-Technologie können Sie die Wellenform auf einfache Weise automatisch skalieren und dann das Oszilloskop stoppen, um eine Wellenform zu erfassen. Anschließend können Sie die Daten mithilfe der Horizontal- und Vertikaleinstellknöpfe verschieben und zoomen, um einen stabilen Triggerpunkt zu finden. Die automatische Skalierung liefert in vielen Fällen eine getriggerte Anzeige.

Trigger Flanke dann Flanke

Der Triggermodus Flanke dann Flanke löst aus, wenn die Nte Flanke nach einer Triggerbereitschaftsflanke und einer Verzögerungszeit auftritt.

Die Flanken zur Triggerbereitschaft und Triggerung können als ⤴ (Ansteigende) oder ⤵ (Abfallende) Flanken an Analog- oder Digitalkanälen angegeben werden.

1. Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Flanke dann Flanke** auszuwählen.



3 Drücken Sie den Softkey **Quellen**.

4 Im Menü Flanke dann Flanke - Quellen:

a Drücken Sie den Softkey **Bereit A** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Kanal auszuwählen, an dem die Bereitschaftsflanke auftreten wird.

b Drücken Sie den Softkey **Flanke A**, um anzugeben, welche Flanke des Signals „Bereit. A" das Oszilloskop in Bereitschaft versetzt.

c Drücken Sie den Softkey **Trigger B** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Kanal auszuwählen, an dem die Trigger-Flanke auftreten wird.

d Drücken Sie den Softkey **Flanke B**, um anzugeben, welche Flanke des Signals "Trigger B" das Oszilloskop auslösen wird.

Stellen Sie mit dem Triggerpegel-Drehknopf den gewünschten Triggerpegel für den gewählten Analogkanal ein. Drücken Sie die Taste **[Digital] Digital** und wählen Sie **Schwellenwerte**, um den Schwellenwertpegel für Digitalkanäle einzustellen. Der Wert des Triggerpegels bzw. Digital-Schwellenwerts wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

5 Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach oben - Taste, um zum Menü Trigger zurückzukehren.

6 Drücken Sie den Softkey **Verzög.** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um die Verzögerungszeit zwischen der Flanke Bereit. A und der Flanke Trigger B einzugeben.

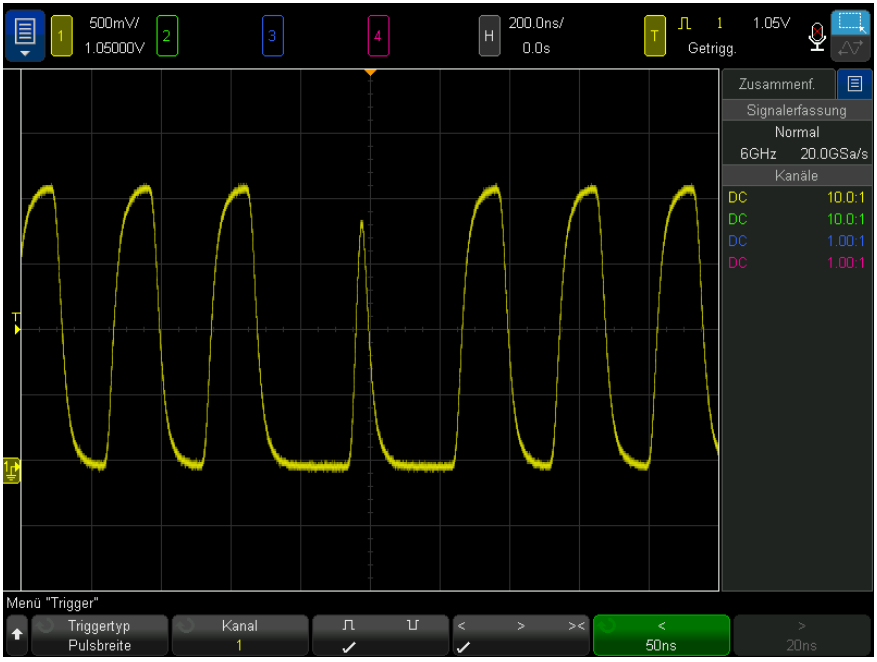
7 Drücken Sie den Softkey **Ne Flanke B** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Nte Flanke des Signals "Trigger B" auszuwählen bei der ausgelöst werden soll.

Impulsbreiten-Trigger

Beim Triggern auf die Impulsbreite (Störimpuls) triggert das Oszilloskop auf einen positiven oder negativen Puls mit einer bestimmten Breite. Wenn das Oszilloskop auf einen bestimmten Zeitüberschreitungswert triggern soll, wählen Sie im Triggermenü die Option **Bitmuster** (siehe “Bitmuster-Trigger" auf Seite 193).

1 Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Pulsbreite**auszuwählen.



3 Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen einer Kanalquelle für den Trigger.

Der gewählte Kanal wird in der oberen rechten Ecke des Displays neben dem Polaritätssymbol angezeigt.

Sie können einen beliebigen analogen oder digitalen Kanal als Quelle wählen.

4 Stellen Sie den Triggerpegel ein:

- Drehen Sie für analoge Kanäle den Triggerpegelknopf.
- Drücken Sie für digitale Kanäle die Taste **[Digital] Digital** und wählen Sie **Schwellenwerte**, um den Schwellenwertpegel einzustellen.

Der Wert des Triggerpegels bzw. Digital-Schwellenwerts wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

5 Wählen Sie mit dem Softkey für die die positive (⎍) oder negative (⎎) Polarität für die zu erfassende Pulsbreite.

Die gewählte Impulspolarität wird in der rechten oberen Ecke des Bildschirms angezeigt. Ein positiver Impuls ist höher als der aktuelle Triggerpegel bzw. Schwellenwert und ein negativer niedriger.

Bei Triggerung auf einen positiven Puls erfolgt die Triggerung auf die „High/Low"-Flanke des Pulses, sofern die Qualifizierer-Bedingung erfüllt ist. Bei Triggerung auf einen negativen Puls erfolgt die Triggerung auf die „Low/High"-Flanke des Pulses, sofern die Qualifizierer-Bedingung erfüllt ist.

6 Drücken Sie den Qualifizierer-Softkey (**< > ><**) zur Auswahl des Zeitqualifizierers.

Das Oszilloskop triggert nur, wenn die Pulsbreite dem gewählten Zeit-Qualifizierer entspricht.

- Kürzer als ein vorgegebener Zeitwert (**<**).

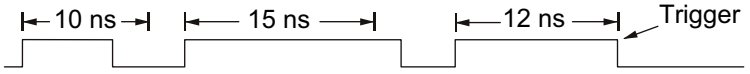
  Beispiel: positiver Puls, wenn Sie t<10 ns einstellen:

- Länger als ein vorgegebener Zeitwert (**>**).

  Beispiel: positiver Puls, wenn Sie t>10 ns einstellen:

- Innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens (**><**).

  Beispiel: positiver Puls, wenn Sie t>10 ns und t<15 ns einstellen:



7 Wählen Sie per Softkey den gewünschten Zeit-Qualifizierer (**<** oder **>**) und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Pulsbreiten-Qualifizierer-Zeit ein.

Der Qualifizierer wird wie folgt eingestellt:

- 2 ns bis 10 s für > oder < Qualifizierer.

- 10 ns bis 10 s für >< Qualifizierer mit einer minimalen Abweichung von 5 ns zwischen der oberen und unteren Einstellung.

Impulsbreiten-Trigger < Softkey zur Einstellung der Qualifizierer-Zeit

- Bei Auswahl des Qualifizierers Kleiner als (**<**) können Sie mit dem Eingabedrehknopf einstellen, dass das Oszilloskop auf eine Pulsbreite triggert, die kleiner ist als der Zeitwert des Softkeys.
- Bei Auswahl des Zeitraumqualifizierers (**><**) stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf den oberen Zeitraumwert ein.

Impulsbreiten-Trigger > Softkey zur Einstellung der Qualifizierer-Zeit

- Bei Auswahl des Qualifizierers Größer als (**>**) können Sie das Oszilloskop so einstellen, dass auf einer größeren Pulsbreite getriggert wird, als der Zeitwert des Softkeys anzeigt.
- Bei Auswahl des Zeitraumqualifizierers (**><**) können Sie mit dem Eingabedrehknopf den unteren Zeitraumwert einstellen.

Bitmuster-Trigger

Bei der Bitmuster-Triggerung triggert das Oszilloskop auf ein vorgegebenes Bitmuster. Das Trigger-Bitmuster entspricht der logischen UND-Verknüpfung der Kanäle. Für jeden Kanal kann einer der Werte 0 (low), 1 (high) oder beliebig (X) spezifiziert werden. Außerdem kann für einen im Bitmuster enthaltenen Kanal auch eine positive Flanke oder negative Flanke angegeben werden.

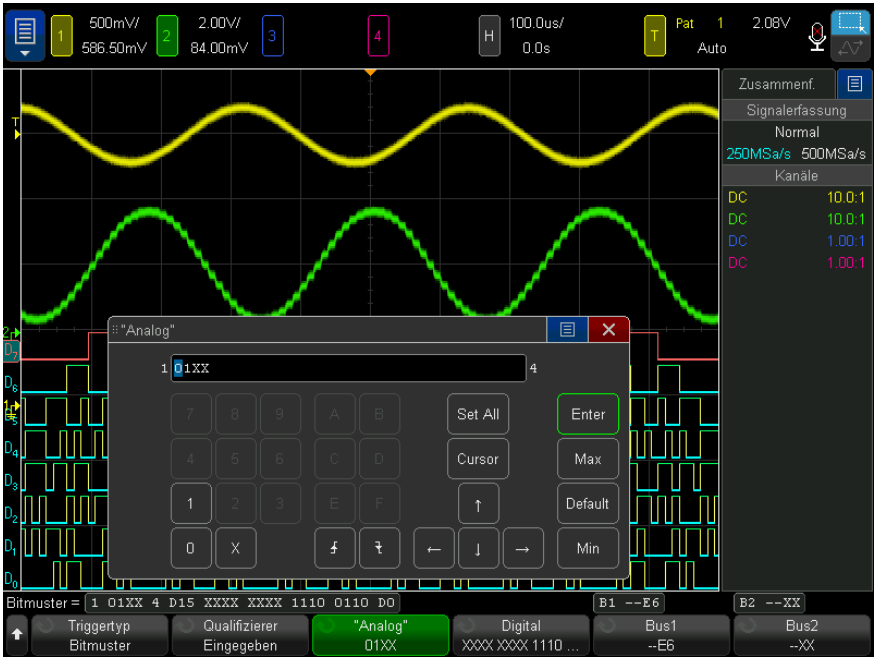
1. Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Bitmuster** auszuwählen.
3. Drücken Sie auf den Softkey **Qualifizierer**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um aus den Qualifiziereroptionen für Bitmusterdauer auszuwählen:
   - **Eingegeben** – wenn das Muster eingegeben wird.
   - **<** (Kleiner als) – wenn das Muster kürzer als ein Zeitwert vorhanden ist.
   - **>** (Größer als) – wenn das Muster länger als ein Zeitwert vorhanden ist. Der Trigger löst aus, wenn das Muster beendet ist (nicht, wenn der Zeitwert des Softkeys > überschritten ist).
   - **Timeout** – wenn das Muster länger als ein Zeitwert vorhanden ist. Der Trigger löst aus, wenn der Zeitwert des Softkeys > überschritten ist (nicht, wenn das Muster beendet ist).

- **>< (Im Bereich)** – wenn das Muster für einen Zeitraum innerhalb eines Wertebereichs vorhanden ist.
- **<> (Außerhalb des Bereichs)** – wenn das Muster für einen Zeitraum außerhalb eines Wertebereichs vorhanden ist

Bitmusterzeiträume werden mit einem Timer bewertet. Der Timer wird durch die letzte Signalflanke gestartet, die dazu führt, dass das spezifizierte Bitmuster dem Trigger-Bitmuster (logisches UND) entspricht. Außer wenn der **Timeout**-Qualifizierer ausgewählt ist, wird auf der ersten Flanke getriggert, die dem Muster nicht entspricht, vorausgesetzt die Qualifiziererkriterien sind erfüllt.

Die Zeitwerte für den gewählten Qualifizierer werden mithilfe der Zeit-Qualifizierer-Softkeys (< und >) und des Eingabedrehknopfs eingegeben.

4 Um die Analog- oder Digitalkanalmuster festzulegen, drücken Sie den Softkey **Analog** oder **Digital** und verwenden das binäre Tastaturdialogfeld, um Folgendes einzugeben:



- **0** spezifiziert für den ausgewählten Kanal den Zustand 0 (low). Ein Kanal befindet sich im Zustand LOW, wenn die anliegende Spannung kleiner als der Triggerpegel bzw. Schwellenwert ist.
- **1** spezifiziert für den ausgewählten Kanal den Zustand 1 (high). Ein Kanal befindet sich im Zustand HIGH, wenn die anliegende Spannung größer als der Triggerpegel bzw. Schwellenwert ist.
- **X** spezifiziert für den ausgewählten Kanal den Zustand Beliebig. Alle Kanäle, für die der Triggerzustand Beliebig angegeben wurde, werden nicht in das Muster aufgenommen und bei der Auswertung des Trigger-Bitmusters ignoriert. Falls für alle Bitmusterkanäle der Triggerzustand Beliebig angegeben wurde, triggert das Oszilloskop nicht.
- Mit den Softkeys für die ansteigende (⤴) oder abfallende Flanke (⤵) wird das Bitmuster auf eine Flanke im gewählten Kanal gesetzt. Innerhalb des Trigger-Bitmusters kann nur eine einzige positive oder negative Flanke spezifiziert werden. Wenn eine Flanke angegeben wurde, triggert das Oszilloskop auf diese Flanke, sofern das für die übrigen Kanäle festgelegte Bitmuster anliegt.

  Wenn keine Flanke spezifiziert wurde, triggert das Oszilloskop auf die letzte Flanke, die dazu führt, dass das anliegende Bitmuster mit dem Trigger-Bitmuster übereinstimmt.

HINWEIS

Spezifizieren eines Flanken-Terms innerhalb eines Trigger-Bitmusters

Sie können nur einen einzigen Flanken-Term innerhalb eines Trigger-Bitmusters spezifizieren. Falls Sie einen Flanken-Term angeben und anschließend für einen anderen Kanal nochmals einen Flanken-Term festlegen, wird der zuvor spezifizierte Flanken-Term zu einer „Beliebig"-Bedingung abgeändert.

Sie können auch die Softkeys **Bus1** oder **Bus2** verwenden und Hexadezimalwerte eingeben, um Muster für Digitalkanäle festzulegen. Siehe hierzu "Hex-Bus-Mustertrigger" auf Seite 196.

Der gewählte Kanal wird in der Zeile Pattern = direkt über den Softkeys hervorgehoben angezeigt.

5 Regeln Sie die Triggerpegel für Analog- und Digitalkanäle mit den Softkeys im Menü Analyse, nachdem Sie **[Analyze] Analyse** > **Merkmale** gedrückt und **Triggerpegel** gewählt haben.

Sie können die Schwellenwerte für Digitalkanäle auch durch Drücken von **[Digital] Digital** > **Schwellenwerte** festlegen.

Hex-Bus-Mustertrigger

Sie können einen Buswert angeben, auf den getriggert werden soll. Definieren Sie hierzu zuerst den Bus. Weitere Informationen siehe "So zeigen Sie Digitalkanäle als Bus an" auf Seite 150. Sie können unabhängig davon, ob der Bus angezeigt wird oder nicht, auf einen Buswert triggern.

So triggern Sie auf einen Buswert:

1 Wählen Sie den Bitmuster-Triggertyp und Qualifizierer wie unter "Bitmuster-Trigger" auf Seite 193 beschrieben.

2 Drücken Sie den Softkey **Bus1** oder **Bus2** und verwenden Sie das Hexadezimal-Tastaturdialogfeld, um Halbbytewerte (Hex-Ziffern) einzugeben.

HINWEIS **Wenn eine Ziffer aus weniger als vier Bit besteht, ist der Wert der Ziffer auf den Wert beschränkt, der von der Anzahl von Bits dargestellt werden kann.**

Wenn eine Hex-Bus-Ziffer ein oder mehrere beliebige (X) Bits enthält und ein oder mehrere Bits mit dem Wert 0 oder 1, wird das Zeichen „$" für die Ziffer angezeigt.

Weitere Informationen zur Digital-Bus-Anzeige beim Mustertriggern siehe "Buswerte werden angezeigt, wenn der Trigger Bitmuster verwendet wird." auf Seite 152.

ODER-Trigger

Der Triggermodus "ODER" löst aus, wenn eine oder mehrere der angegebenen Flanken an Analog- oder Digitalkanälen gefunden werden.

1 Drücken Sie am vorderen Bedienfeld im Abschnitt Trigger die Taste **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf **ODER** aus.

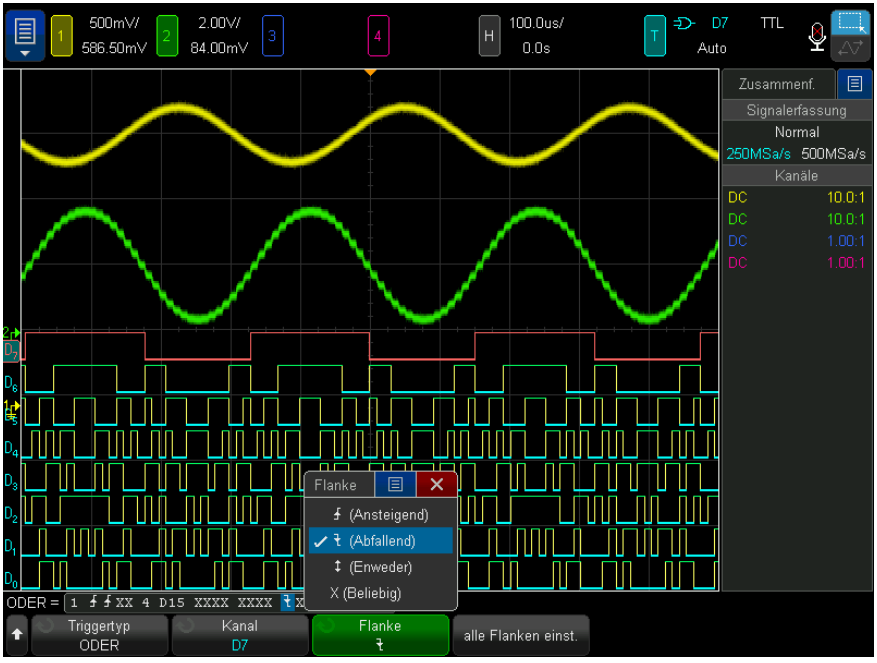
3 Drücken Sie den Softkey **Flanke** und wählen Sie die positive oder negative Flanke, eine der beiden Flanken oder beliebig aus. Die gewählte Flanke wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

4 Drücken Sie für jeden Analog- oder Digitalkanal, der zur ODER-Triggerung herangezogen werden soll, den Softkey **Kanal**.

Während Sie den Softkey **Kanal** drücken (oder am Eingabeknopf drehen), wird der gewählte Kanal in der Zeile OR = direkt über den Softkeys rechts oben auf dem Bildschirm neben ODER-Gatesymbol hervorgehoben angezeigt.

Stellen Sie mit dem Triggerpegel-Drehknopf den gewünschten Triggerpegel für den gewählten Analogkanal ein. Drücken Sie die Taste **[Digital] Digital** und wählen Sie **Schwellenwerte**, um den Schwellenwertpegel für Digitalkanäle einzustellen. Der Wert des Triggerpegels bzw. Digital-Schwellenwerts wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

5 Drücken Sie für jeden ausgewählten Kanal den Softkey **Flanke** und wählen Sie (Ansteigend), (Abfallend) (Entweder) oder X (Beliebig). Die ausgewählte Flanke wird über den Softkeys angezeigt.

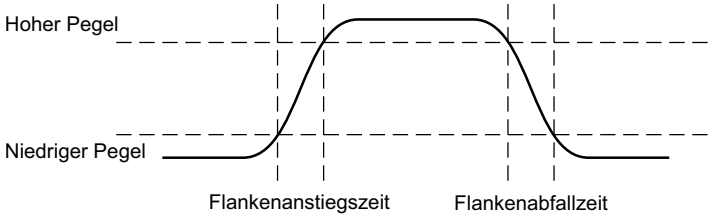


Falls für alle Kanäle im Trigger ODER der Triggerzustand "beliebig" angegeben wurde, triggert das Oszilloskop nicht.

6 Um alle Analog- und Digitalkanäle auf die Flanke festzulegen, die mit dem Softkey **Flanke** gewählt wurden, drücken Sie den Softkey **Alle Flanken einstellen**.

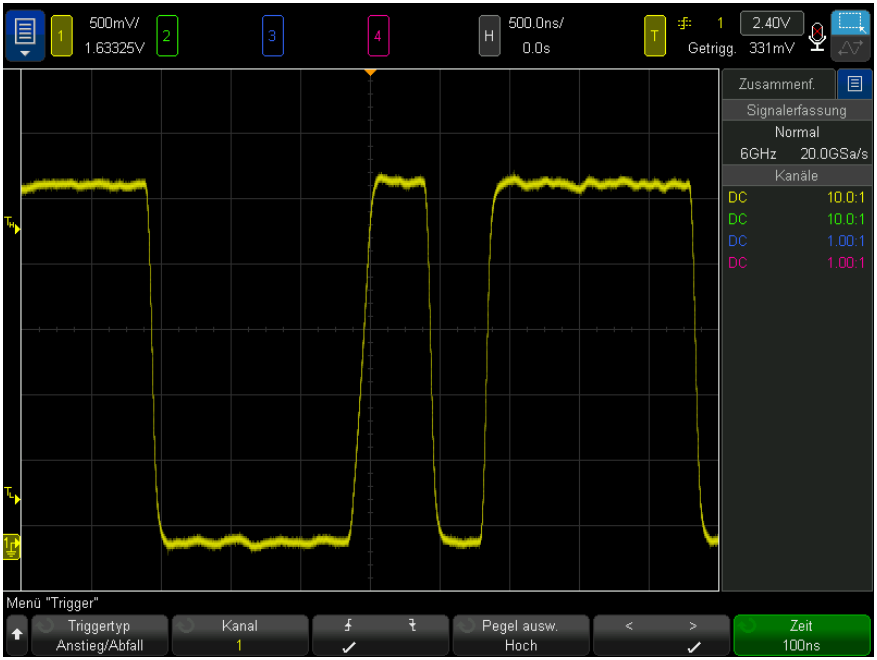
Anstiegs-/Abfallzeit-Trigger

Der Anstiegs-/Abfallzeit-Trigger sucht nach einem Übergang von steigender oder fallender Flanke von einem Pegel zu einem anderen in mehr oder weniger als einem bestimmten Zeitraum.



1 Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Anstiegs-/Abfallzeit** auszuwählen.



3 Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Eingangskanalquelle.

4 Drücken Sie den Softkey **Steigende oder fallende Flanke**, um zwischen den Flankentypen umzuschalten.

5 Drücken Sie den Softkey **Pegel ausw.** zur Auswahl von **Hoch**; drehen Sie dann den Triggerpegelknopf zur Einstellung des hohen Pegels.

6 Drücken Sie den Softkey **Pegel ausw.** zur Auswahl von **Niedrig**; drehen Sie dann den Triggerpegelknopf zur Einstellung des niedrigen Pegels.

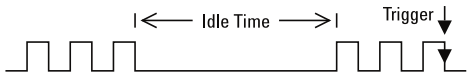
   Sie können den Triggerpegelknopf auch zum Umschalten zwischen **Hoch** und **Niedrig** drücken.

7 Drücken Sie den Softkey **Qualifizierer** zum Umschalten zwischen „größer als" oder „kleiner als".

8 Drücken Sie den Softkey **Zeit**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zur Auswahl der Zeit.

Nte Flanke Burst-Trigger

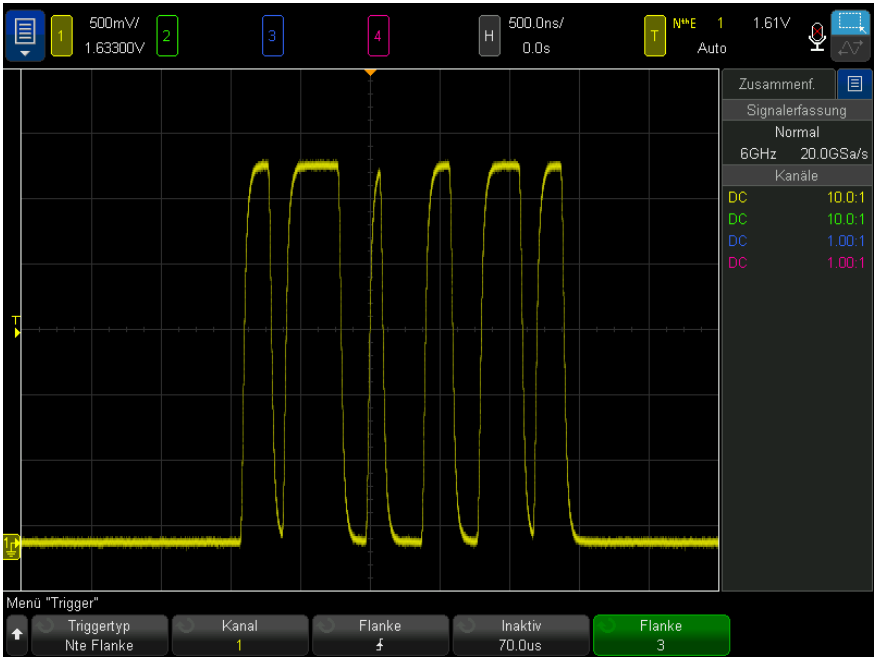
Mit dem Nte Flanke Burst-Trigger können Sie auf der Flanke N eines Bursts, der nach einer festgesetzten inaktiven Zeit auftritt, triggern.



Die Einrichtung des Nte Flanke Burst-Triggers besteht aus der Auswahl der Quelle, der Steigung der Flanke, der inaktiven Zeit und der Nummer der Flanke:

1 Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Nte Flanke Burst** auszuwählen.



3 Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Eingangskanalquelle.

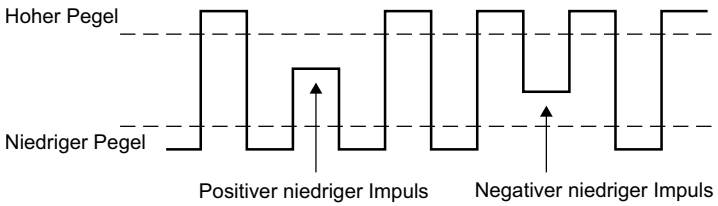
4 Drücken Sie den Softkey **Steigung**, um die Steigung der Flanke anzugeben.

5 Drücken Sie den Softkey **Inaktiv**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf die inaktive Zeit.

6 Drücken Sie den Softkey **Flanke**, und wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf, auf welche Flankennummer getriggert werden soll.

Trigger für niedrige Impulse

Der Trigger für niedrige Impulse sucht nach Impulsen, die einen Schwellenwert kreuzen, jedoch keinen weiteren.

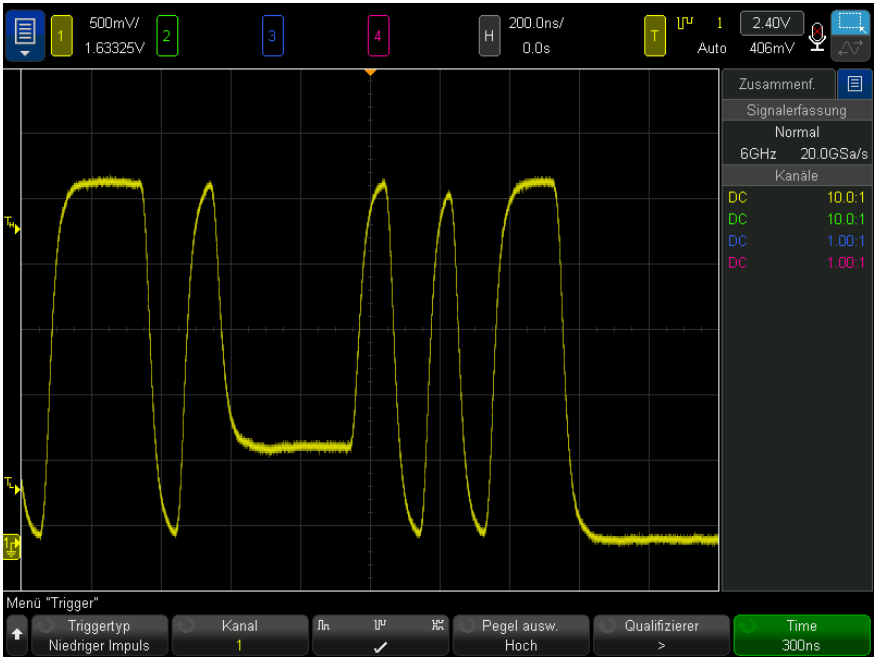


- Ein positiver niedriger Impuls kreuzt einen unteren, jedoch keinen oberen Schwellenwert.
- Ein negativer niedriger Impuls kreuzt einen oberen, jedoch keinen unteren Schwellenwert.

So triggern Sie auf niedrige Impulse:

1 Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Niedriger Impuls** auszuwählen.



3 Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Eingangskanalquelle.

4 Drücken Sie den Softkey **Positiv, Negativ oder Beide niedrigen Impulse** zum Wechsel zwischen den Impulstypen.

5 Drücken Sie den Softkey **Pegel ausw. zur Auswahl von** Hoch**; drehen Sie dann den Triggerpegelknopf zur Einstellung des hohen Pegels.**

6 Drücken Sie den Softkey **Pegel ausw.** zur Auswahl von **Niedrig**; drehen Sie dann den Triggerpegelknopf zur Einstellung des niedrigen Pegels.

   Sie können den Triggerpegelknopf auch zum Umschalten zwischen **Hoch** und **Niedrig** drücken.

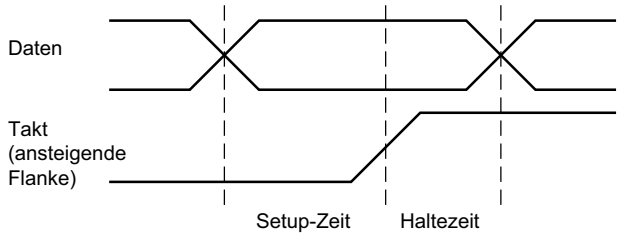
7 Drücken Sie den Softkey **Qualifizierer** zum Umschalten zwischen „kleiner als" , „größer als" oder **Keine.**

   Hiermit können Sie angeben, dass ein niedriger Impuls kleiner oder größer als eine bestimmte Weite sein soll.

8 Drücken Sie bei Auswahl des **Qualifizierers „kleiner als" oder „größer als" den Softkey** Zeit **und wählen Sie die Zeit mit dem Eingabedrehknopf.**

Setup-und-Halten-Trigger

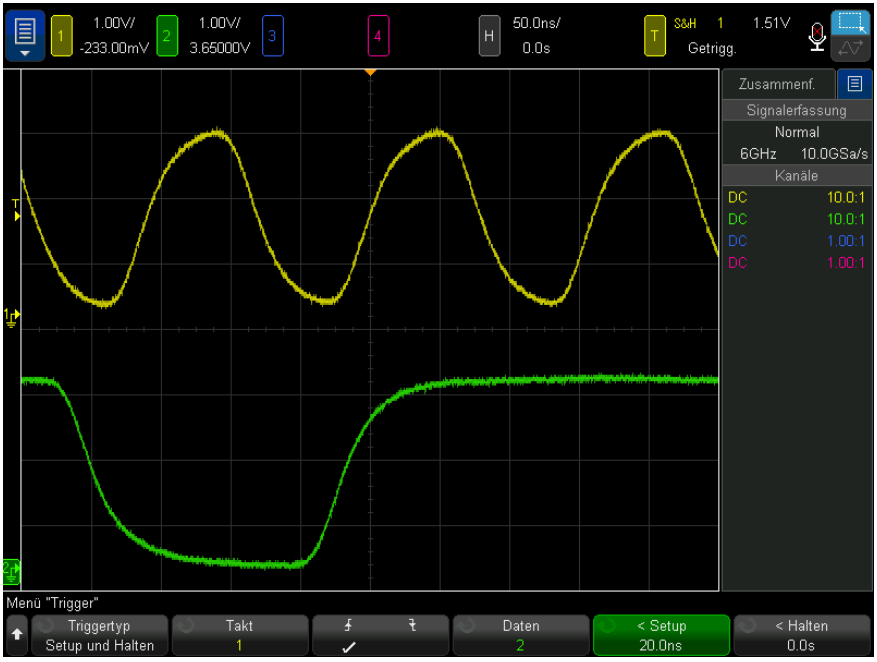
Der Setup-und-Halten-Trigger sucht nach Setup-und-Halten-Übertretungen.



Ein Oszilloskopkanal prüft das Taktsignal und ein weiterer das Datensignal.

So triggern Sie auf Setup-und-Halten-Übertretungen:

1. Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Setup und Halten** auszuwählen.
3. Drücken Sie den Softkey **Takt** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den Eingangskanal mit dem Taktsignal.
4. Stellen Sie den entsprechenden Triggerpegel für das Taktsignal mit dem Triggerpegelknopf ein.
5. Drücken Sie den Softkey **Steigende oder fallende Flanke**, um die verwendete Taktflanke anzugeben.
6. Drücken Sie den Softkey **Daten** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den Eingangskanal mit dem Datensignal.
7. Stellen Sie den entsprechenden Triggerpegel für das Datensignal mit dem Triggerpegelknopf ein.
8. Drücken Sie den Softkey **< Setup**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Setup-Zeit.



9 Drücken Sie den Softkey **< Halten**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Halten-Zeit.

Video-Trigger

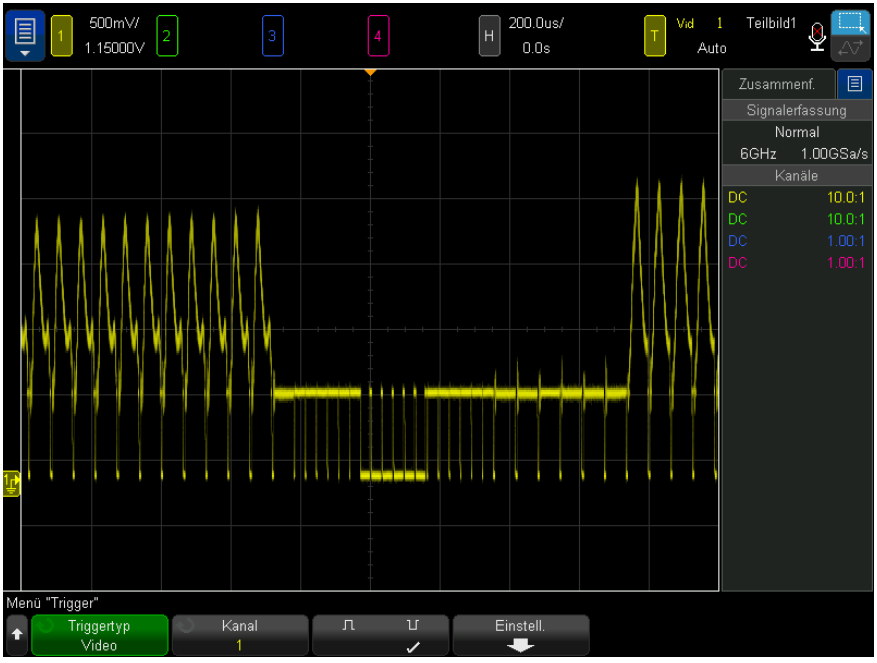
Mit Hilfe der Video-Triggerfunktion können Sie die komplizierten Wellenformen der meisten herkömmlichen analogen Videosignale erfassen. Das Triggersystem erkennt die Vertikal- und Horizontalintervalle der Wellenform und erzeugt auf der Basis Ihrer Vorgaben geeignete Video-Trigger.

Die MegaZoom IV -Technologie ermöglicht eine helle und stabile Darstellung eines beliebigen Ausschnitts der Videowellenform. Das Oszilloskop kann auf eine beliebig wählbare Zeile des Videosignals triggern. Dies erleichtert die Analyse von Videowellenformen.

HINWEIS Bei Verwendung einer passiven 10:1-Messsonde muss die Sonde richtig kompensiert werden. Das Oszilloskop reagiert darauf empfindlich und triggert nicht, falls die Sonde nicht richtig kompensiert ist, speziell bei progressiven Formaten.

1 Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Video** auszuwählen.



3 Drücken Sie den Softkey **Quelle** und wählen Sie einen beliebigen analogen Kanal als Video-Triggerquelle.

Die gewählte Triggerquelle wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt. In dieser Betriebsart wird der Triggerpegel automatisch an die Amplitude des Synchronisationsimpulses angepasst und kann nicht mit dem Drehknopf **Pegel** verändert werden. Die Triggerkopplung wird im Menü Triggermodus und Kopplung automatisch auf **TV** eingestellt.

HINWEIS

Korrekte Impedanzanpassung

Viele Videosignale stammen aus Quellen mit einer Ausgangsimpedanz von 75 Ω. Zur Gewährleistung einer korrekten Impedanzanpassung sollte ein 75 Ω-Zwischenstecker (beispielsweise Keysight 11094B) an das Oszilloskop angeschlossen werden.

4 Wählen Sie mit dem Softkey Synchronisationsimpuls-Polarität die gewünschte Synchronisationsimpuls-Polarität: positiv (⎍) oder negativ (⎎).

5 Drücken Sie den Softkey **Einstell.**.

6 Drücken Sie im Menü Video-Trigger den Softkey **Standard** zum Einstellen des Videostandards.

Das Oszilloskop triggert auf die folgenden TV- und Video-Normen.

Norm	Typ	Synchronisationsimpuls
NTSC	Zeilensprung	Zweischicht
PAL	Zeilensprung	Zweischicht
PAL-M	Zeilensprung	Zweischicht
SECAM	Zeilensprung	Zweischicht

Mit der erweiterten DSOX6VID-Video-Triggerungslizenz unterstützt das Oszilloskop zusätzlich folgende Standards:

Norm	Typ	Synchronisationsimpuls
Generic	Zeilensprung/Progressiv	Zweischicht/Dreischicht
EDTV 480p/60	Progressiv	Zweischicht
EDTV 567p/50	Progressiv	Zweischicht
HDTV 720p/50	Progressiv	Dreischicht
HDTV 720p/60	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080p/24	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080p/25	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080p/30	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080p/50	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080p/60	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080i/50	Zeilensprung	Dreischicht
HDTV 1080i/60	Zeilensprung	Dreischicht

Mit der Auswahl **Allgemein** können Sie auf benutzerdefinierte Zwei- und Dreischicht-Synchronisations-Videonormen triggern. Siehe hierzu "So richten Sie allgemeine Video-Trigger ein" auf Seite 209.

7 Drücken Sie den Softkey **Auto Setup**, um die ausgewählte **Quelle** und **Norm** für das Oszilloskop festzulegen:

- Vertikale Skalierung für Quellkanal ist auf 140 mV/div festgelegt.
- Quellkanal-Offset ist auf 245 mV festgelegt.
- Quellkanal ist eingeschaltet.
- Triggertyp ist auf **Video** eingestellt.
- Video-Triggerungsmodus ist auf **Alle Zeilen** eingestellt (aber unverändert, wenn der **StandardAllgemein** lautet).
- Displaytyp **Gitterraster** ist auf **IRE** (wenn die **NormNTSC** ist) oder **mV** (siehe "So wählen Sie den Gitterrastertyp aus" auf Seite 169) festgelegt.
- Horizontal Zeit/div. ist für die Normen NTSC/PAL/SECAM auf 10 µs/div eingestellt oder auf 4 µs/div für die Normen EDTV oder HDTV (unverändert für **Allgemein**).

- Horizontale Verzögerungszeit ist so eingestellt, dass die Triggerung an der ersten horizontalen Division von links stattfindet (unverändert für **Allgemein**).

Sie können auch **[Analyze] Analyse> Funktionen** drücken und **Video** auswählen, um schnell auf das automatische Setup und die Displayoptionen für die Video-Triggerung zuzugreifen.

8 Wählen Sie mit dem Softkey **Mode** den Bereich des Vidosignals, auf den Sie triggern möchten.

Es stehen folgende Video-Triggermodi zur Auswahl:

- **Teilbild1** und **Teilbild2** – das Oszilloskop triggert auf die positive Flanke des ersten Sägezahnimpulses von Teilbild 1 oder 2 (nur Norm des Typs Zeilensprung).
- **Alle Teilbilder** – Das Oszilloskop triggert auf die positive Flanke des ersten Impulses im vertikalen Synchronisationsintervall.
- **Alle Leitungen** - Das Oszilloskop triggert auf alle horizontale Synchronisationsimpulse.
- **Zeile** - Das Oszilloskop triggert auf die gewählte Zeilennummer (nur bei den Normen EDTV und HDTV).
- **Zeile: Teilbild1** und **Zeile:Teilbild2** – Das Oszilloskop triggert auf die gewählte Zeilennummer in Teilbild 1 oder in Teilbild 2 (nur bei Zeilensprungnormen).
- **Zeile: Abwechselnd** – Das Oszilloskop triggert abwechselnd auf die gewählte Zeilennummer in Teilbild 1 oder in Teilbild 2 (nur bei NTSC, PAL, PAL-M und SECAM).

9 Wenn Sie eine der Zeilennummer-Betriebsarten wählen, drücken Sie den Softkey **Line #** und wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf die Zeilennummer, auf die das Oszilloskop triggern soll.

Aus der nachfolgenden Tabelle sind die verfügbaren Zeilennummern (oder Zählernummern) für die verschiedenen Video-Normen ersichtlich.

TV-Norm	Field 1	Field 2	Alt Field
NTSC	1 bis 263	1 bis 262	1 bis 262
PAL	1 bis 313	314 bis 625	1 bis 312
PAL-M	1 bis 263	264 bis 525	1 bis 262
SECAM	1 bis 313	314 bis 625	1 bis 312

In der folgenden Tabelle werden die Zeilennummern für jede EDTV/HDTV-Videonorm aufgelistet (verfügbar mit der erweiterten DSOX6VID-Video-Triggerungslizenz).

EDTV 480p/60	1 bis 525
EDTV 567p/50	1 bis 625
HDTV 720p/50, 720p/60	1 bis 750
HDTV 1080p/24, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60	1 bis 1125
HDTV 1080i/50, 1080i/60	1 bis 1125

Beispiele zum Video-Triggern

Die nachfolgenden Beispiele sollen Sie mit der Video-Triggerfunktion vertraut machen. Für die Übungen wurde die Video-Norm NTSC gewählt.

- "Triggerung auf eine bestimmte Video-Zeile" auf Seite 210
- "Triggerung auf alle Synchronisationsimpulse" auf Seite 212
- "Triggerung auf ein bestimmtes Teilbild des Videosignals" auf Seite 213
- "Triggerung auf alle Teilbilder des Videosignals" auf Seite 214
- "Triggerung auf Teilbilder mit ungerader oder gerader Nummer" auf Seite 215

So richten Sie allgemeine Video-Trigger ein

Wenn **Allgemein** (verfügbar mit der erweiterten DSOX6VID-Video-Triggerungslizenz) als **Standard** für den Video-Trigger ausgewählt wird, können Sie auf benutzerdefinierte Zwei- und Dreischicht-Synchronisations-Videonormen triggern. Das Menü Video-Trigger ändert sich wie folgt.

1 Drücken Sie den Softkey **Zeit >**; stellen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf eine Zeit ein, die länger ist als die Synchronisations-Impulsbreite, sodass das Oszilloskop mit der vertikalen Synchronisation synchronisiert wird.

2 Drücken Sie den Softkey **Flanke Nr.** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Nte Flanke nach der vertikalen Synchronisation auszuwählen, bei der ausgelöst werden soll.

3 Um die Steuerung der horizontalen Synchronisation zu aktivieren oder deaktivieren, drücken Sie den ersten **Horiz. Sync.**-Softkey.

- Bei Interleave-Video ermöglicht die Aktivierung der **Horiz. Sync.**-Steuerung und Einstellung der **Horiz. Sync.**-Anpassung an die Synchronisationszeit des geprüften Videosignals der **Flanken zahl**funktion, während des Abgleichs nur Zeilen zu zählen und nicht doppelt zu zählen. Außerdem kann **Teilbild -Holdoff** so angepasst werden, dass das Oszilloskop nur einmal pro Frame triggert.
- Ähnlich ermöglicht bei Progressive-Video mit Dreischicht-Synchronisation die Aktivierung der **Horiz. Sync.**-Steuerung und Einstellung der **Horiz. Sync.**-Anpassung an die Synchronisationszeit des geprüften Videosignals der **Flanken zahl**funktion, während der vertikalen Synchronisierung nur Zeilen zu zählen und nicht doppelt zu zählen.

Wenn die Steuerung der horizontalen Synchronisation aktiviert ist, drücken Sie den zweiten **Horiz. Sync.**-Softkey; stellen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf den Zeitraum ein, für den der horizontale Synchronisationsimpuls mindestens vorhanden sein muss, um als gültig betrachtet zu werden.

Triggerung auf eine bestimmte Video-Zeile

Video-Triggerung erfordert eine Synchronisationsimpuls-Amplitude von mehr als einem halben Skalenteil; als Triggerquelle kann ein beliebiger analoger Kanal verwendet werden. In diesem Modus wird der Triggerpegel automatisch an die Synchronisationsimpuls-Spitzen angepasst und kann nicht mit dem Drehknopf **Pegel** verändert werden.

Die TV-Zeilen-Triggerfunktion kann beispielsweise zur Analyse von VITS (Vertical Interval Test Signals) verwendet werden, die typischerweise in der Zeile 18 „untergebracht" sind; oder zur Analyse von „Closed Captioning"-Signalen (typischerweise Zeile 21).

1 Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Video** auszuwählen.

3 Drücken Sie den Softkey **Einst.** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Norm** die gewünschte TV-Norm (NTSC).

4 Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie das Teilbild, auf welches das Oszilloskop triggern soll. Sie haben die Wahl zwischen **Zeile:Teilbild1**, **Zeile:Teilbild2** oder **Zeile:Wechseln**.

5 Drücken Sie den Softkey **Zeilenzahl** und wählen Sie die Zeilennummer.

HINWEIS

Alternierende Triggerung

Im Modus Zeile:Wechseln triggert das Oszilloskop abwechselnd in den Teilbildern 1 und 2 auf die gewählte Zeile. Auf diese Weise können Sie schnell und einfach die VITS-Signale der beiden Teilbilder miteinander vergleichen oder die korrekte Einfügung der Halbzeile am Ende von Teilbild 1 überprüfen.

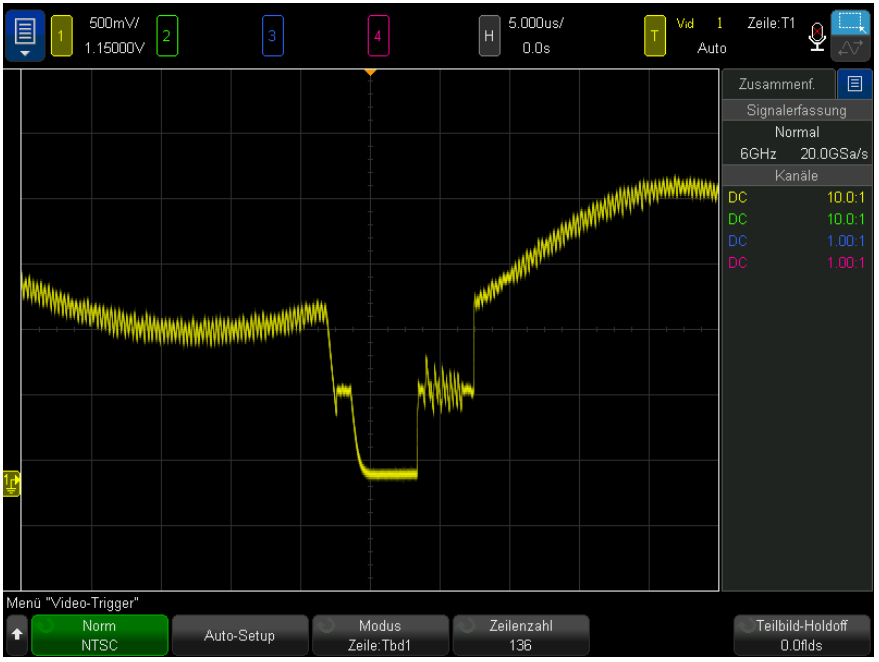


Abbildung 28 Beispiel: Triggerung auf die Zeile 136

Triggerung auf alle Synchronisationsimpulse

Um schnell die maximalen Videosignalpegel zu finden, können Sie auf alle TV-Zeilensynchronisationsimpulse triggern. Im Video-Triggermodus **Alle Zeilen** triggert das Oszilloskop auf alle horizontalen Synchronisationsimpulse.

1. Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Video** auszuwählen.
3. Drücken Sie den Softkey **Einst.** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Norm** die gewünschte TV-Norm.
4. Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie **Alle Leitungen**.

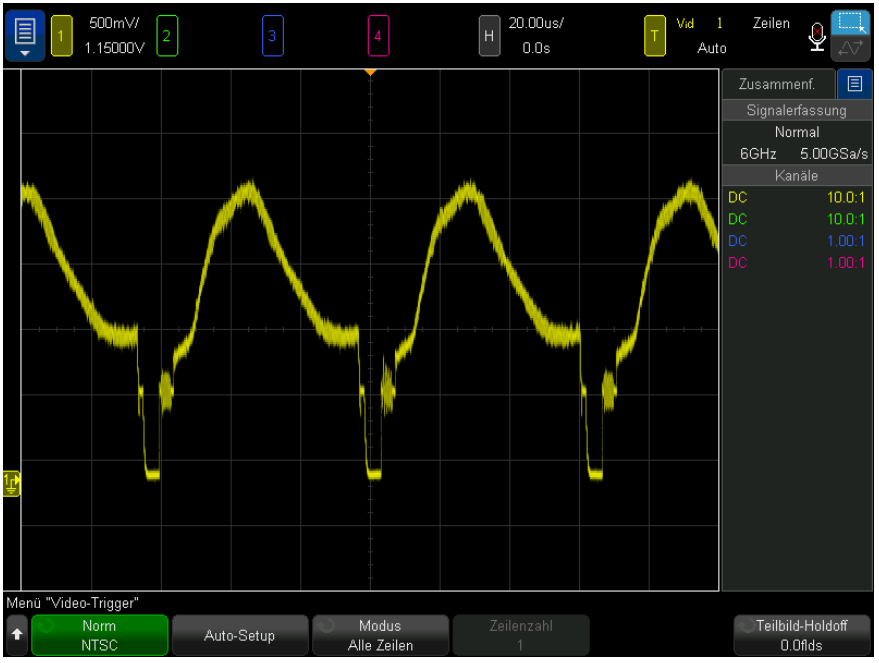


Abbildung 29 Triggerung auf alle Zeilen

Triggerung auf ein bestimmtes Teilbild des Videosignals

Wenn Sie die Komponenten eines Videosignals analysieren möchten, triggern Sie auf das Teilbild 1 oder 2 (für Zeilensprung-Normen verfügbar). Wenn dann ein bestimmtes Teilbild ausgewählt wird, triggert das Oszilloskop auf die positive Flanke des ersten Sägezahnimpulses im Vertikal-Synchronisationsintervall dieses Teilbildes (1 oder 2).

1. Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Video** auszuwählen.
3. Drücken Sie den Softkey **Einst.** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Norm** die gewünschte TV-Norm.
4. Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie **Teilbild1** oder **Teilbild2** aus.

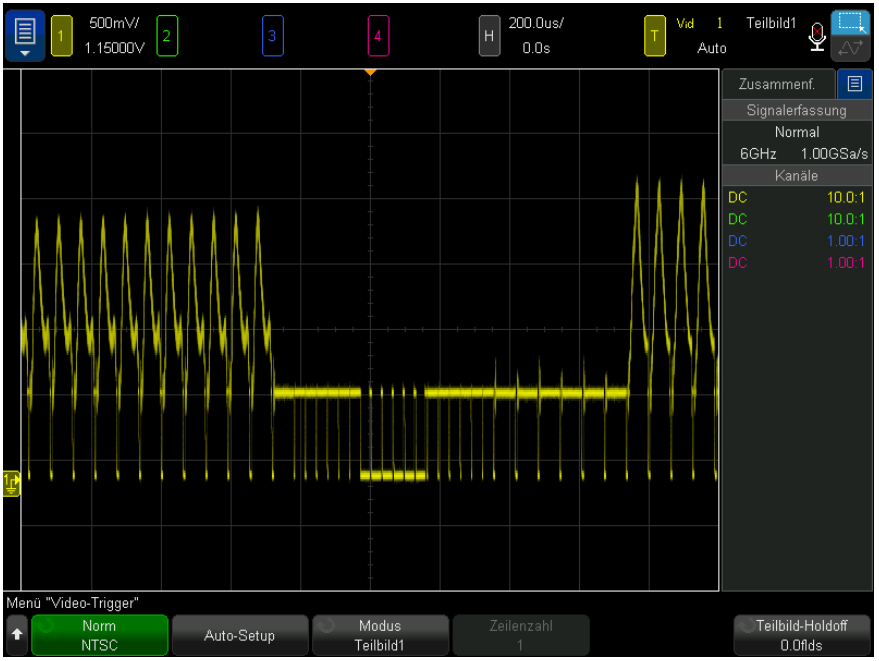


Abbildung 30 Triggerung auf Teilbild 1

Triggerung auf alle Teilbilder des Videosignals

Um schnell Teilbild-Übergänge anzuzeigen oder Amplitudenunterschiede zwischen den Teilbildern festzustellen, verwenden Sie die Triggerbetriebsart „All Fields" (Alle Teilbilder).

1. Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Video** auszuwählen.
3. Drücken Sie den Softkey **Einst.** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Norm** die gewünschte TV-Norm.
4. Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie **Alle Teilbilder**.

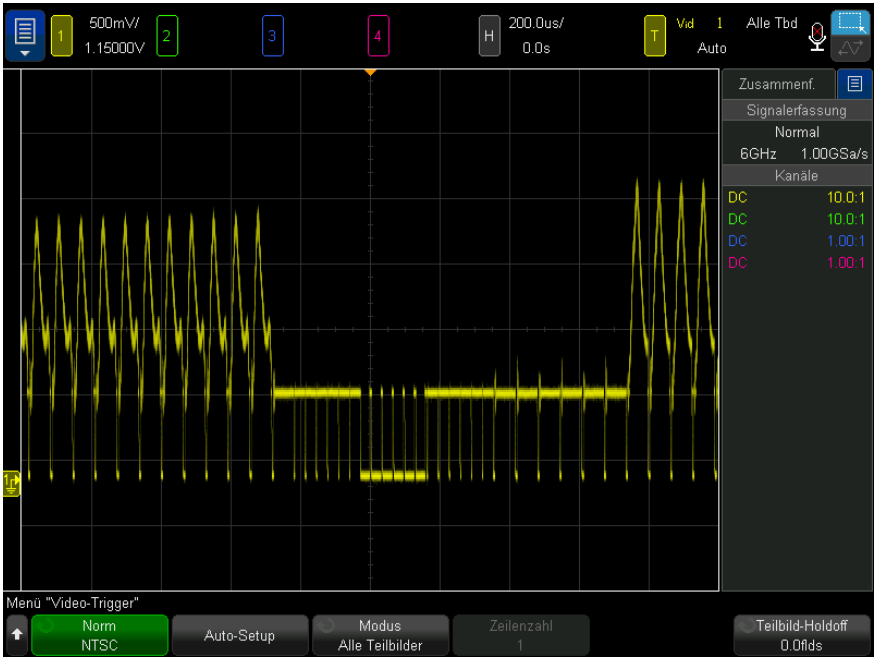


Abbildung 31 Triggerung auf alle Teilbilder

Triggerung auf Teilbilder mit ungerader oder gerader Nummer

Wenn Sie die Hüllkurve eines Videosignals analysieren oder die „Worst-Case"-Verzerrungen messen möchten, konfigurieren Sie das Oszilloskop für Triggerung auf die ungeraden oder geraden Teilbilder. Wenn Sie Teilbild 1 wählen, triggert das Oszilloskop auf die Farbteilbilder 1 oder 3. Wenn Sie Teilbild 2 wählen, triggert das Oszilloskop auf die Farbteilbilder 2 oder 4.

1. Drücken Sie die Taste **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Video** auszuwählen.
3. Drücken Sie den Softkey **Einst.** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Norm** die gewünschte TV-Norm.
4. Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie **Teilbild1** oder **Teilbild2** aus.

Das Triggersystem identifiziert das Teilbild anhand des Beginns des Vertikal-Synchronisationsimpulses. Diese Definition eines Teilbildes berücksichtigt jedoch nicht die Phase des Referenz-Hilfsträgers. Wenn Teilbild1 gewählt wurde, findet das Triggersystem alle Teilbilder, bei denen der Vertikal-Synchronisationsimpuls in Zeile 4 beginnt. Bei einem NTSC-Signal triggert das Oszilloskop abwechselnd auf die Farbteilbilder 1 und 3 (siehe nachfolgende Abbildung). Mit dieser Konfiguration können Sie die Hüllkurve des Referenz-Hilfsträgers messen.

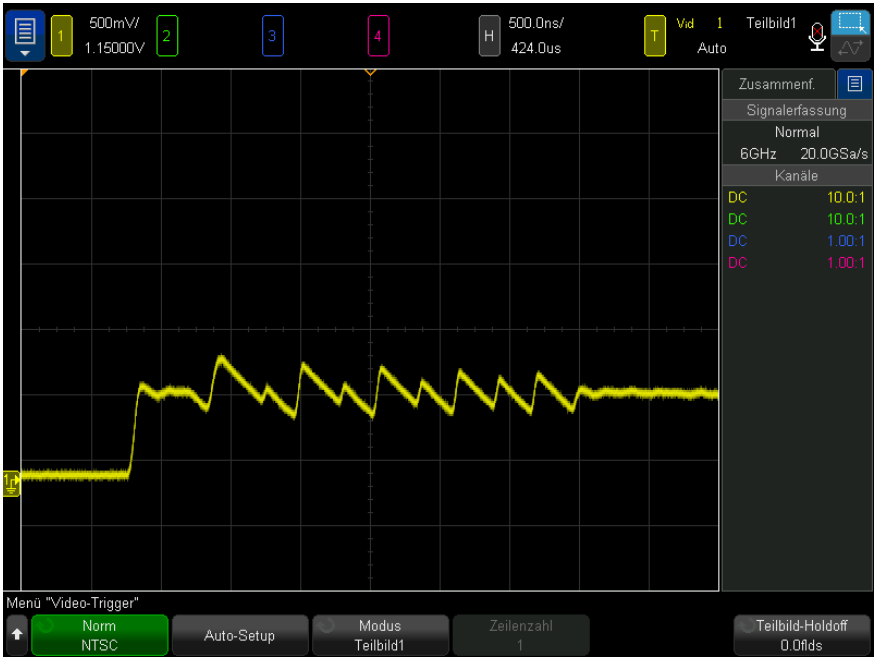


Abbildung 32 Abwechselnde Triggerung auf die Farbteilbilder 1 und 3

Wenn eine genauere Analyse erforderlich ist, sollte nur auf ein einziges Farbteilbild getriggert werden. Hierzu verwenden Sie den **Softkey Teilbild**-Holdoff im Menü Video-Trigger. Drücken Sie den Softkey **Teilbild -Holdoff** und passen Sie den Holdoff-Wert stufenweise mit dem Eingabedrehknopf solange an, bis das Oszilloskop nur auf eine Farb-Burstphase triggert.

Um die andere Phase schnell zu synchronisieren, können Sie das Signal kurzzeitig ein- und ausschalten. Diese Prozedur wird so lange wiederholt, bis die richtige Phase angezeigt wird.

Beim Anpassen des Holdoff-Wertes mit dem Softkey **Teilbild -Holdoff** und dem Eingabedrehknopf wird die entsprechende Holdoff-Zeit im Menü Triggermodus und Kopplung angezeigt.

Tabelle 3 Holdoff-Zeit - Teilbild

Norm	Zeit
NTSC	8.35 ms
PAL	10 ms
PAL-M	10 ms
SECAM	10 ms
Generic	8.35 ms
EDTV 480p/60	8.35 ms
EDTV 567p/50	10 ms
HDTV 720p/50	10 ms
HDTV 720p/60	8.35 ms
HDTV 1080p/24	20.835 ms
HDTV 1080p/25	20 ms
HDTV 1080p/30	20 ms
HDTV 1080p/50	16.67 ms
HDTV 1080p/60	8.36 ms
HDTV 1080i/50	10 ms
HDTV 1080i/60	8.35 ms

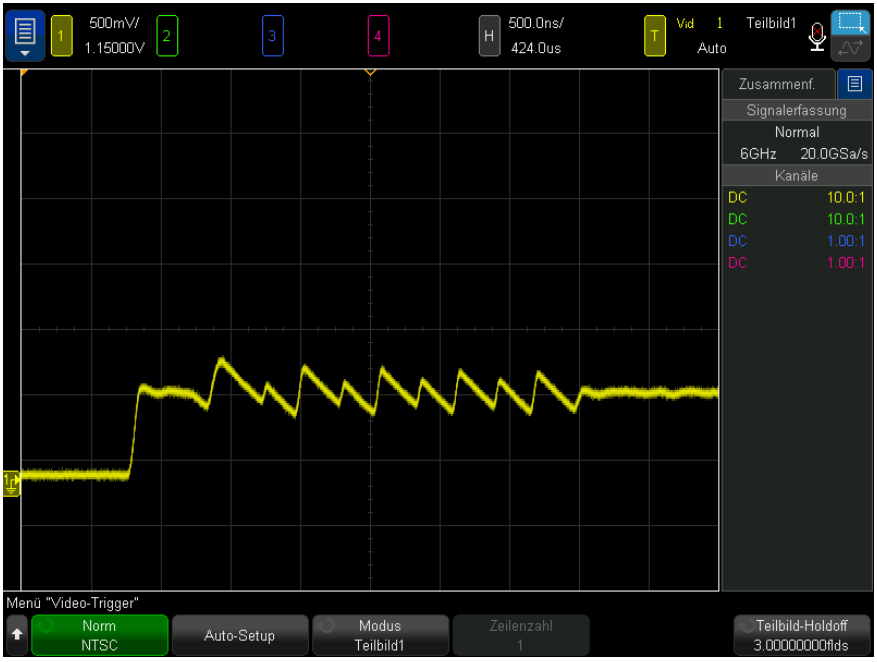


Abbildung 33 Synchronisieren auf Farbteilbild 1 oder 3 (Modus Teilbild 1) mit dem Teilbild-Holdoff

Serieller Trigger

Mit Lizenzen für die serielle Dekodierungsoption (siehe “Optionen für die serielle Dekodierung" auf Seite 159) können Sie serielle Triggertypen aktivieren. Zur Einrichtung dieser Trigger siehe:

- “ARINC 429-Triggerung" auf Seite 527
- “CAN/CAN FD Triggering" auf Seite 454
- “FlexRay-Triggerung" auf Seite 474
- “I2C-Triggerfunktion" auf Seite 484
- “I2S-Triggerung" auf Seite 508
- “LIN-Trigger" auf Seite 465

- "MIL-STD-1553-Triggerung" auf Seite 519
- "SENT-Trigger" auf Seite 540
- "SPI-Triggern" auf Seite 497
- "UART/RS232-Triggern" auf Seite 551
- "USB 2.0 Triggerung" auf Seite 561

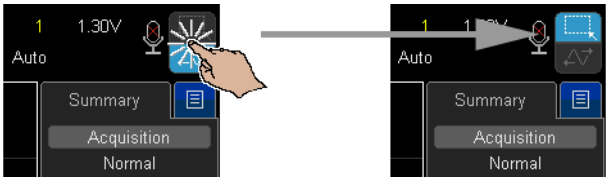
Zonenqualifizierter Trigger

Die Funktion Zonenqualifizierter Trigger stellt Ihnen einen oder zwei Rechteckbereiche, Zone 1 und Zone 2, zur Verfügung, mit denen eine Wellenform einen Schnittpunkt bilden/nicht bilden muss, damit eine Erfassung angezeigt und im Speicher gesichert werden kann.

Die Funktion Zonenqualifizierter Trigger wird zusätzlich zum Hardwaretrigger ausgeführt, von dem festgelegt wird, bei welchen Erfassungen Wellenformen auf Zonenschnittpunkte geprüft werden.

So konfigurieren Sie einen zonenqualifizierten Trigger:

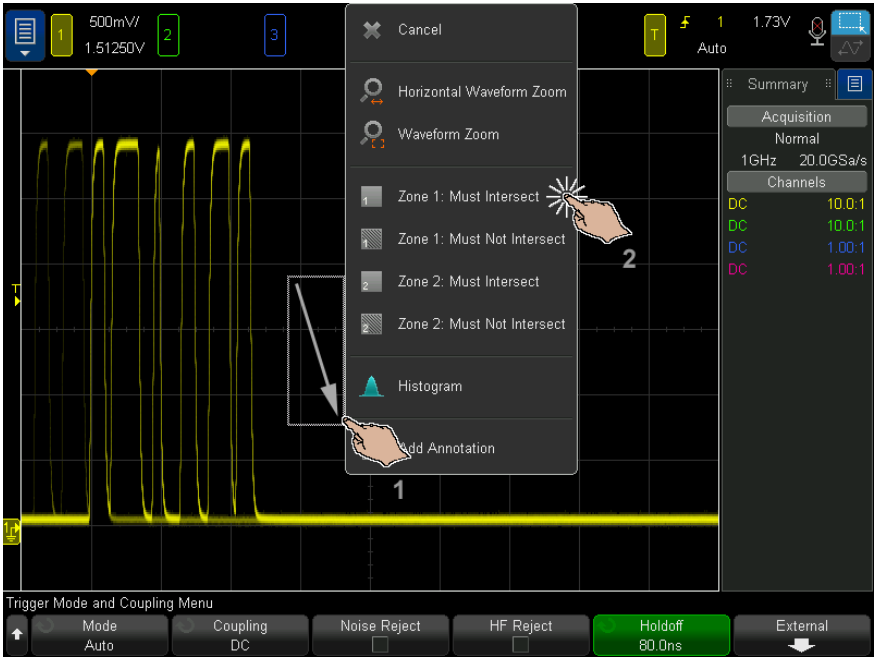
1 Berühren Sie die Ecke oben rechts, um den Modus für das Zeichnen von Rechtecken zu aktivieren.



2 Ziehen Sie mit dem Finger oder dem Mauszeiger einer angeschlossenen Maus über den Bildschirm, um eine rechteckige Zone zu zeichnen, mit der die Wellenform einen Schnittpunkt oder keinen Schnittpunkt bilden muss.

3 Nehmen Sie den Finger vom Bildschirm (oder Maustaste loslassen).

4 Wählen Sie im Popup-Menü, ob das Rechteck Zone 1 oder Zone 2 ist und ob es sich um eine Zone mit erforderlichem Schnittpunkt oder um eine Zone ohne erforderlichen Schnittpunkt handelt.



Die Taste **[Zone]** leuchtet auf, um anzuzeigen, dass das Merkmal für zonenqualifizierte Trigger aktiviert ist.

5 Drücken Sie im Menü Zonenqualifizierter Trigger auf den Softkey **Quelle** und wählen Sie den Analogkanal-Eingang, mit dem beide Zonen verbunden sind.

Die Zonenfarben entsprechen dem ausgewählten Analogeingangskanal. Zonen ohne erforderlichen Schnittpunkt sind anders schattiert als die Zonen mit erforderlichen Schnittpunkten.

Die Quelle des zonenqualifizierten Triggers muss nicht der Quelle des Hardwaretriggers entsprechen.

6 Sie können die Softkeys **Zone 1 Ein** und **Zone 2 Ein** verwenden, um Zonen zu deaktivieren oder zu aktivieren, und Sie können die Softkeys **Zone 1** und **Zone 2**

verwenden, um zwischen den Modi „Schnittpunkt erforderlich" und „Schnittpunkt nicht erforderlich" umzuschalten.

Durch Deaktivierung beider Zonen wird die Funktion Zonenqualifizierte Trigger deaktiviert. Bei aktivierter Funktion für zonenqualifizierte Trigger muss mindestens eine Zone aktiv sein.

Sie können die Taste**[Zone]** drücken, um den zonenqualifizierten Trigger zu deaktivieren oder aktivieren.

Bei Verwendung von zwei nicht sich überschneidenden Zonen werden ihre Bedingungen mit AND versehen und werden zur endgültigen qualifizierenden Bedingung.

Verfügen zwei sich überschneidende Zonen über dieselben Überschneidungsbedingungen, werden die Zonen mit OR versehen. Verfügen zwei sich überschneidende Zonen über unterschiedliche Bedingungen, hat Zone 1 Vorrang und Zone 2 wird nicht verwendet. In diesem Fall weist Zone 2 keine Füllung auf (d.h. weder gefüllt noch schattiert), um anzuzeigen, dass sie nicht in Verwendung ist.

Die Funktion Zonenqualifizierter Trigger ist mit den horizontalen XY- und Roll-Zeitbasismodi und dem Mittelwert-Erfassungmodus inkompatibel und wird diese deaktivieren.

HINWEIS **Denken Sie daran, dass das Signal TRIG OUT vom Hardwaretrigger des Oszilloskops stammt. Das Signal TRIG OUT zeigt an, wenn ein Trigger (Erfassung) vorhanden ist, der hinsichtlich einer Zonenüberschneidung geprüft wird, jedoch nicht, ob eine Erfassung die Zonenqualifizierung erfüllt und im Display des Oszilloskops dargestellt wird.**

11 Triggermodus/Kopplung

So wählen Sie den automatischen oder normalen Triggermodus / 224
So wählen Sie die Triggerkopplung aus / 226
So aktivieren bzw. deaktivieren Sie die Trigger-Rauschunterdrückung / 227
So aktivieren bzw. deaktivieren Sie Trigger-HF-Unterdrückung / 228
So stellen Sie den Trigger-Holdoff ein / 228
Externer Triggereingang / 229

So greifen Sie auf das Menü Triggermodus und Kopplung zu:

- Drücken Sie im Bereich Trigger auf dem vorderen Bedienfeld die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung**.

Signalrauschen

Wenn das gemessene Signal verrauscht ist, bietet das Oszilloskop verschiedene Möglichkeiten, um das Rauschen im Triggerpfad und an der angezeigten Wellenform zu reduzieren. Zunächst müssen Sie das Rauschen im Triggerpfad reduzieren, damit Sie ein stabiles Bild der Wellenform erhalten. Anschließend reduzieren Sie das Rauschen auf der angezeigten Wellenform.

1. Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an und wählen Sie eine Einstellung, bei der sich eine stabile Signaldarstellung ergibt.
2. Entfernen Sie das Rauschen vom Triggerpfad durch Aktivierung der Hochfrequenzunterdrückung ("So aktivieren bzw. deaktivieren Sie Trigger-HF-Unterdrückung" auf Seite 228), der Tieffrequenzunterdrückung ("So wählen Sie die Triggerkopplung aus" auf Seite 226) oder "So aktivieren bzw. deaktivieren Sie die Trigger-Rauschunterdrückung" auf Seite 227.

3 Reduzieren Sie das Rauschen an der angezeigten Wellenform durch "Erfassungsmodus Mittelwertbildung" auf Seite 243.

So wählen Sie den automatischen oder normalen Triggermodus

Wenn das Oszilloskop aktiv ist, bestimmt der Triggermodus das Verhalten des Oszilloskops, wenn keine Trigger auftreten.

Im Triggermodus **Auto**Triggermodus (Standardeinstellung) werden Trigger erzwungen und Erfassungen durchgeführt, sodass Signalaktivität am Oszilloskop angezeigt wird, wenn die angegebenen Triggerbedingungen nicht gefunden werden.

Im Triggermodus **Normal** Triggermodus treten Trigger und Erfassungen nur auf, wenn die angegebenen Triggerbedingungen gefunden werden.

So wählen Sie den Triggermodus aus:

1 Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung**.

2 Drücken Sie im Menü **Triggermodus und Kopplung** den Softkey **Modus** und wählen Sie entweder **Auto** oder Normal.

Sie können diese Einstellung auch mit dem Touchscreen vornehmen. Siehe "Zugriff auf das Triggermenü, Änderung des Triggermodus und Öffnen des Dialogfelds Triggerpegel" auf Seite 62.

Siehe die folgenden Beschreibungen "Wann sollten Sie den automatischen Triggermodus verwenden?" auf Seite 225 und "Wann sollten Sie den normalen Triggermodus verwenden?" auf Seite 225.

Sie können auch die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** zum Umschalten zwischen automatischem und normalem Triggermodus konfigurieren. Siehe "Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

Triggern und Pre- und Post-Trigger-Speicher

Nach Aktivierung des Oszilloskops (nach Drücken von **[Run] Start** oder **[Single] Einzeln** bzw. Ändern der Triggerbedingung) füllt das Oszilloskop zuerst den Pre-Trigger-Speicher. Sobald der Pre-Trigger-Speicher gefüllt ist, beginnt das Oszilloskop, nach einem Trigger zu suchen, und gesammelte Daten fließen weiter nach dem First-in-First-out-Verfahren (FIFO) durch den Pre-Trigger-Speicher.

Wird ein Trigger gefunden, enthält der Pre-Trigger-Speicher die Signalereignisse aus der Zeit unmittelbar vor dem Trigger. Dann füllt das Oszilloskop den Post-Trigger-Speicher und zeigt den Erfassungsspeicher an. Falls die Messung

durch **[Run/Stop] Start/Stopp** gestartet wurde, wiederholt sich dieser Vorgang. Wurde die Erfassung durch Drücken auf **[Single] Einzeln** gestartet, wird die Signalerfassung gestoppt (und Sie können die Wellenform verschieben und zoomen).

Sowohl im automatischen als auch normalen Triggermodus kann ein Trigger verloren gehen, falls das Ereignis auftritt, während der Pre-Trigger-Speicher gefüllt wird. Dies ist wahrscheinlicher, wenn z. B. der Knopf für die horizontale Skalierung auf eine langsame Zeit-/Div.-Einstellung wie etwa 500 ms/div gesetzt ist.

Triggeranzeige

Die Triggeranzeige oben rechts in der Anzeige gibt an, ob Trigger auftreten.

Im Triggermodus **Auto** kann die Triggeranzeige wie folgt aussehen:

- **Auto?**– die Triggerbedingung wurde nicht gefunden (nach Füllen des Pre-Trigger-Speichers), und erzwungene Trigger und Erfassungen treten auf.
- **Auto** – die Triggerbedingung wurde gefunden (oder der Pre-Trigger-Speicher wird gefüllt).

Im Triggermodus **Normal** kann die Triggeranzeige wie folgt aussehen:

- **Getr.?** – die Triggerbedingung wurde nicht gefunden (nach Füllen des Pre-Trigger-Speichers), und keine Erfassungen treten auf.
- **Getr.?** – die Triggerbedingung wurde gefunden (oder der Pre-Trigger-Speicher wird gefüllt).

Wenn das Oszilloskop nicht aktiv ist, zeigt die Triggeranzeige **Stopp** an.

Wann sollten Sie den automatischen Triggermodus verwenden?

Der Triggermodus **Auto** eignet sich in folgenden Fällen:

- Überprüfen von DC-Signalen oder Signalen, deren Pegel oder Aktivität unbekannt sind.
- Wenn die Triggerbedingungen so oft auftreten, dass erzwungene Trigger unnötig sind.

Wann sollten Sie den normalen Triggermodus verwenden?

Der Triggermodus **Normal** eignet sich in folgenden Fällen:

- Sie möchten nur spezifische, von den Triggereinstellungen festgelegte Ereignisse erfassen.
- Triggern auf ein unregelmäßiges Signal von einem seriellen Bus (z. B. I2C, SPI, CAN, LIN etc.) oder ein anderes Signal, das in Bursts eingeht. Mit dem Triggermodus **Normal** können Sie die Anzeige stabilisieren, indem Sie verhindern, dass das Oszilloskop automatisch triggert.
- Durchführen von Single-Shot-Erfassungen mit der Taste **[Single] Einzeln**.

Bei Single-Shot-Erfassungen müssen Sie oft eine Aktion im getesteten Gerät einleiten und möchten nicht, dass das Oszilloskop vorher automatisch triggert. Warten Sie vor Einleiten der Aktion im Schaltkreis, bis die Triggerbedingungsanzeige **Getr.?** blinkt (dann wissen Sie, dass der Pre-Trigger-Speicher gefüllt ist).

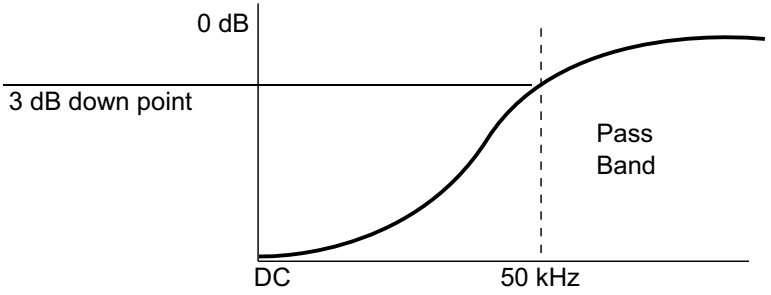
Siehe auch
- "Erzwingen eines Triggers" auf Seite 185
- "So stellen Sie den Trigger-Holdoff ein" auf Seite 228
- "So positionieren Sie die Zeitreferenz (links, Mitte, rechts)" auf Seite 81

So wählen Sie die Triggerkopplung aus

1. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung**.
2. Drücken Sie im Menü Triggermodus und Kopplung den Softkey **Kopplung**; wählen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf unter folgenden Optionen:
   - **DC**-Kopplung – sowohl DC- als auch AC-Signale können in den Triggerpfad gelangen.
   - **AC**-Kopplung – dem Triggerpfad ist ein Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 10 Hz vorgeschaltet, so dass eine etwaige DC-Offsetspannung aus der Triggerwellenform entfernt wird.

     Bei allen Modellen ist der Hochpassfilter im externen Triggereingang bei 50 Hz angesetzt.

     Die AC-Kopplung ist nützlich, um bei einer Wellenform mit großen DC-Offset stabile Flankentrigger zu erhalten.
   - **TF** (tiefe Frequenz) **Unterdr.**-Kopplung ein Hochpassfilter mit 3-dB-Punkt bei 50 kHz in Serie mit der Triggerwellenform wird hinzugefügt.



Dieser Filter entfernt tieffrequente Komponenten (beispielsweise Netzeinstreuungen), welche das Triggern beeinträchtigen könnten, von einer Triggerwellenform.

Nutzen Sie **TF-Unterdr.** für eine stabile Flankentriggerung, wenn die Wellenform mit niederfrequenten Störungen überlagert ist.

- **Video-Kopplung** – Normalerweise ausgeblendet, wird aber automatisch gewählt, wenn im Menü Trigger der Video-Trigger aktiviert wurde

Die Triggerkopplung ist von der Kanalkopplung unabhängig (siehe "So legen Sie die Kanalkopplung fest" auf Seite 90).

So aktivieren bzw. deaktivieren Sie die Trigger-Rauschunterdrückung

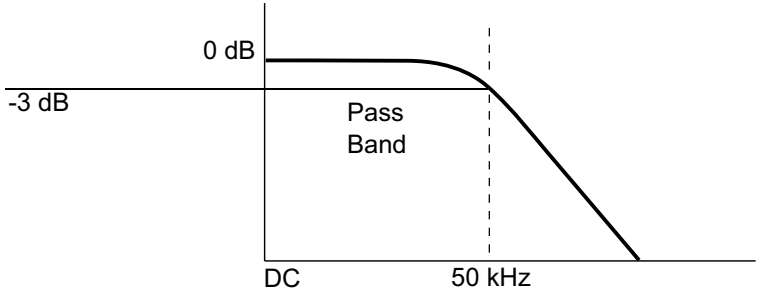
Im Modus Rauschunterdr. arbeitet das Triggersystem mit einer größeren Hysterese. Dadurch verringert sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Oszilloskop auf Rauschen triggert. Allerdings verringert sich dadurch auch die Triggerempfindlichkeit; das bedeutet, dass zur Triggerung eine etwas größere Signalamplitude erforderlich ist.

1 Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung**.

2 Drücken Sie im Menü Triggermodus und Kopplung den Softkey **Rauschunterdr.** zur Aktivierung oder Deaktivierung.

So aktivieren bzw. deaktivieren Sie Trigger-HF-Unterdrückung

Die HF-Unterdrückung fügt dem Triggerpfad einen Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 50 kHz hinzu, um Hochfrequenzkomponenten von der Triggerwellenform zu entfernen.



Mit diesem Filter können Sie beispielsweise Störeinstreuungen von Rundfunk- oder Fernsehsendern unterdrücken.

1 Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung**.

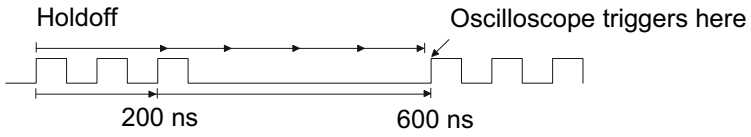
2 Drücken Sie im Menü Triggermodus und Kopplung den Softkey **HF-Unterdr.** zur Aktivierung oder Deaktivierung.

So stellen Sie den Trigger-Holdoff ein

Der Trigger-Holdoff gibt an, wie lange das Oszilloskop nach einem Trigger wartet, bis das Triggersystem wieder bereit ist.

Verwenden Sie den Holdoff zum Triggern auf periodische Wellenformen, die mehrere Flanken (oder Ereignisse) zwischen Wellenformwiederholungen aufweisen. Sie können den Holdoff auch verwenden, um auf die erste Flanke eines Bursts zu triggern, wenn Sie die Mindestzeit zwischen Bursts kennen.

Bei dem unten abgebildeten sich wiederholenden Impuls-Burst erreichen Sie z. B. ein stabileres Triggern, indem Sie einen Holdoff-Wert zwischen 200 ns und 600 ns einstellen.



So stellen Sie den Trigger-Holdoff ein:

1 Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung**.

2 Drücken Sie im Menü Triggermodus und Kopplung den Softkey **Holdoff**; setzen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf die Trigger-Holdoff-Zeit herauf bzw. herab.

Hinweise zur Anwendung des Trigger-Holdoffs

Die korrekte Holdoff-Einstellung ist in der Regel etwas kleiner als eine Wiederholung der Wellenform. Stellen Sie den Holdoff-Wert auf diese Zeit ein, damit Sie einen eindeutigen Triggerpunkt für eine periodische Wellenform erhalten.

Eine Änderung der Zeitablenkung hat keinen Einfluss auf die eingestellte Trigger-Holdoff-Zeit.

Mit der MegaZoom-Technologie von Keysight können Sie **[Stop] Stopp** drücken und mittels Verschieben und Zoomen der Daten herausfinden, wo sich die Wellenform wiederholt. Messen Sie diese Zeit mithilfe der Cursor und stellen Sie den Holdoff entsprechend ein.

Externer Triggereingang

Der externe Triggereingang kann bei verschiedenen Triggertypen als Quelle genutzt werden. Der externe BNC-Triggereingang wird als **EXT TRIG IN** bezeichnet.

VORSICHT

⚠ Maximale Spannung am externen Triggereingang des Oszilloskops

300 Vrms, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk

1M Ohm Eingang: Für dauerhafte Sinuswellenformen bei 20 dB/Dekade über 100 kHz verringern auf ein Minimum von 5 Vpk

Die Eingangsimpedanz des externen Triggers beträgt 1M Ohm. Auf diese Weise können Sie passive Messsonden für allgemeine Messungen einsetzen. Die höhere Impedanz minimiert die vom Oszilloskop auf das Messobjekt einwirkenden Ladungseffekte.

Festlegen der Einheiten und Messsonden-Dämpfungswerte für EXT TRIG IN:

1 Drücken Sie auf dem Bedienfeld im Triggerbereich die Taste **[Mode/Coupling]** **Modus/Kopplung**.

2 Drücken Sie im Menü Triggermodus und Kopplung den Softkey **Extern**.

3 Drücken Sie im Menü Externer Trigger den Softkey **Einheiten**, um zwischen folgenden Optionen auszuwählen: :

- **Volt** – für eine Spannungsmesssonde.
- **Amp** – für eine Strommesssonde.

Messergebnisse, Kanalempfindlichkeit und Triggerpegel werden in den ausgewählten Messeinheiten angezeigt.

4 Drücken Sie den Softkey **Messsonde**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um die Messsondenabschwächung festzulegen.

Der Wert kann im Bereich von 0,1:1 bis 10000:1 in 1-2-5-Schritten eingestellt werden.

Der Tastkopfdämpfungsfaktor muss für Messungen korrekt eingestellt sein.

5 Drücken Sie den Softkey **Bereich** und geben Sie mit dem Eingabedrehknopf den Signalpegelbereich für den externen Triggereingang vor.

Bei Verwendung eines Tastkopfs des Typs 1:1 liegt dieser Bereich entweder bei 1,6 V oder 8 V.

Der Bereich wird automatisch neu berechnet, wenn ein anderer Tastkopf-Dämpfungsfaktor für den externen Trigger gewählt wird.

12 Erfassungssteuerung

Ausführen und Anhalten, und Durchführen von Einzelerfassungen (Steuerelement) / 231
Übersicht: Sampling / 233
Auswählen des Erfassungsmodus / 238
Datenerfassungsmodus (Abtasten) / 246
In segmentierten Speicher erfassen / 248

In diesem Kapitel werden die Bedienelemente des Oszilloskops für die Erfassung und Analyse beschrieben.

Ausführen und Anhalten, und Durchführen von Einzelerfassungen (Steuerelement)

Zwei Tasten des vorderen Bedienfelds stehen für den Start und Stopp des Erfassungssystems des Oszilloskops zur Verfügung: **[Run/Stop] Start/Stopp** und **[Single] Einzel-Aufnahme**.

- Wenn die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp** grün angezeigt wird, ist das Oszilloskop aktiv und erfasst Daten, wenn die Triggerbedingungen erfüllt werden.

  Um die Datenerfassung anzuhalten, drücken Sie **[Run/Stop] Start/Stopp**. Nach dem Anhalten wird das zuletzt erfasste Signal angezeigt.
- Ist die Taste**[Run/Stop] Start/Stopp** rot, wurde die Datenerfassung angehalten.

  In der Statuszeile im oberen Bereich des Displays wird neben dem Triggertyp „Stopp" angezeigt.

  Um die Datenerfassung zu starten, drücken Sie **[Run/Stop] Start/Stopp**.

- Zum Durchführen und Anzeigen einer einzelnen Erfassung (unabhängig davon, ob das Oszilloskop sich in Ausführung befindet oder angehalten wurde) drücken Sie **[Single] Einzeln**.

  Mit dem Bedienelement **[Single] Einzeln** können Sie Single-Shot-Ereignisse betrachten, ohne dass der Bildschirm mit neuen Wellenformdaten überschrieben wird. Wenn Sie eine maximale Speichertiefe zum Verschieben und Zoomen wünschen, wählen Sie **[Single] Einzeln**.

  Beim Drücken von **[Single] Einzeln** wird die Anzeige gelöscht, der Triggermodus vorübergehend auf Normal gesetzt (um ein sofortiges automatisches Triggern des Oszilloskops zu verhindern), das Triggersystem aktiviert, die Taste **[Single] Einzeln** leuchtet auf, und das Oszilloskop wartet auf eine Triggerbedingung und zeigt anschließend eine Wellenform an.

  Durch die Triggerung wird das Oszilloskop gestoppt und die Einzelerfassung angezeigt (die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp** leuchtet rot). Durch nochmaliges Drücken von **[Single] Einzeln** können Sie eine weitere Wellenform erfassen.

  Falls das Oszilloskop nicht triggert, können Sie die Taste **[Force Trigger] Trigger erzw.** drücken, um beliebig zu triggern und eine Einzelerfassung durchzuführen.

Um die Ergebnisse mehrerer Erfassungen anzuzeigen, nutzen Sie die Persistenz. Siehe hierzu "Festlegen oder Löschen der Persistenz" auf Seite 167.

Modus Einzelerfassung im Vergleich zum Modus Ausführung und Datensatzlänge

Für einzelne und ausgeführte Erfassungen sind die Datensatzlängen in der Regel unterschiedlich:

- **Einzeln** – Einzelerfassungen verwenden immer dem maximal verfügbaren Speicher – in der Regel zwei Mal so viel wie bei der Erfassung von Daten während der Ausführung. Bei niedrigeren Zeit-/Div.-Einstellungen hat die Erfassung eine höhere effektive Abtastrate, weil für eine einzige Erfassung mehr Speicher verfügbar ist.
- **Ausführung** – Während der Ausführung (im Gegensatz zu einer Einzelerfassung) wird der Speicher in der Regel halbiert. Das Erfassungssystem kann dann bereits während der Verarbeitung einer Erfassung den nächsten Datensatz erfassen, wodurch sich die Anzahl der vom Oszilloskop pro Sekunde verarbeiteten Wellenformen bedeutend erhöht. Bei der Ausführung bietet eine hohe Wellenform-Aktualisierungsrate die beste Darstellung des Eingangssignals.

Drücken Sie die Taste **[Single] Einzeln**, um Daten mit der größtmöglichen Datensatzlänge zu erfassen.

Weitere Informationen zu Einstellungen, die die Datensatzlänge beeinflussen, siehe "Längenbestimmung" auf Seite 372.

Übersicht: Sampling

Kenntnisse über Sampling-Theorie, Aliasing, Oszilloskopbandbreite und Abtastrate, Oszilloskopanstiegszeit, erforderliche Oszilloskopbandbreite und Beeinflussung der Abtastrate durch die Speichertiefe erleichtern das Verständnis der Sampling- und Erfassungsmodi des Oszilloskops.

Sampling-Theorie

Das Nyquist-Sampling-Theorem besagt, dass für ein Signal mit begrenzter Bandbreite mit maximaler Frequenz f_{MAX} die Sampling-Frequenz f_S mit gleichen Abständen höher sein muss als das Doppelte der Maximalfrequenz f_{MAX}, damit das Signal ohne Aliasing eindeutig rekonstruiert werden kann.

$f_{MAX} = f_S/2$ = Nyquist-Frequenz (f_N) = Faltfrequenz

Aliasing

Aliasing tritt auf, wenn Signale unzureichend abgetastet werden ($f_S < 2f_{MAX}$). Als Aliasing bezeichnet man die Signalverzerrung, die durch die falsche Rekonstruktion tiefer Frequenzen aufgrund einer ungenügender Anzahl von Abtastpunkten entsteht.

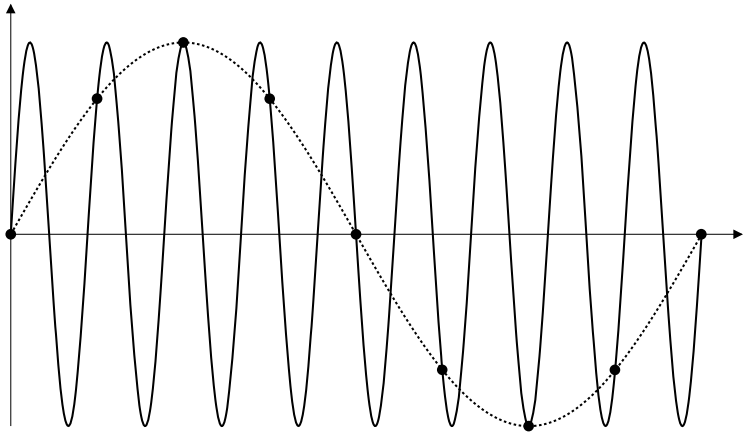


Abbildung 34 Aliasing

Oszilloskopbandbreite und Abtastrate

Die Bandbreite eines Oszilloskops wird in der Regel als die niedrigste Frequenz definiert, bei der Eingangssignal-Sinuswellen um 3 dB (-30% Amplitudenfehler) gedämpft werden.

Hinsichtlich der Oszilloskopbandbreite besagt die Sampling-Theorie, dass die erforderliche Abtastrate $f_S = 2f_{BW}$ beträgt. Die Theorie geht jedoch davon aus, dass keine Frequenzkomponenten oberhalb von f_{MAX} (in diesem Fall f_{BW}) liegen und setzt ein System mit einem idealen Ziegelwand-Frequenzgang voraus.

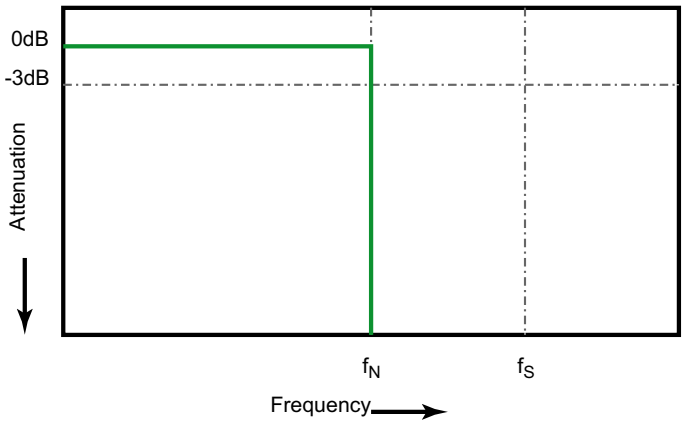
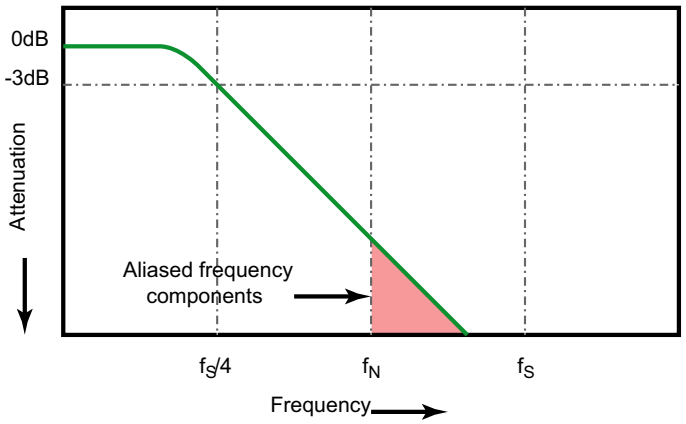


Abbildung 35 Theoretische „Brick-Wall" Frequenzreaktion

Oberhalb der Grundfrequenz sind jedoch Frequenzkomponenten digitaler Signale vorhanden (Rechteckwellen bestehen in der Grundfrequenz aus Sinuswellen sowie einer unbestimmten ungeraden Zahl von Oberwellen) und der Frequenzgang ist nicht ideal - er ähnelt eher dem folgenden Gaußschen Frequenzgang.



Limiting oscilloscope bandwidth (f_{BW}) to 1/4 the sample rate ($f_S/4$) reduces frequency components above the Nyquist frequency (f_N).

Abbildung 36 Abtastrate und Oszilloskopbandbreite

In der Praxis sollte die Abtastrate eines OszilloskopsOszilloskopabtastrate mindestens das Vierfache seiner Bandbreite betragen: $f_S = 4f_{BW}$. Dadurch tritt weniger Aliasing auf und die Aliasingfrequenzen werden stärker gedämpft.

Beachten Sie, dass einige Oszilloskopmodelle (in der Regel mit höherer Bandbreite) eher einen Brickwall-Frequenzgang bieten als den Gaußschem Frequenzgang der anderen Oszilloskopmodelle (in der Regel mit niedrigerer Bandbreite). Für ein besseres Verständnis der Eigenschaften aller Arten von Oszilloskop-Frequenzgängen: siehe *Der Frequenzgang von Oszilloskopen und seine Auswirkungen auf die Präzision der Anstiegszeit*, Keysight Applikationsbericht 1420 (http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5988-8008EN.pdf).

Siehe auch *Evaluating Oscilloscope Sample Rates vs. Sampling Fidelity: How to Make the Most Accurate Digital Measurements*, Keysight Anwendungshinweis 1587 (http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-5732EN.pdf)

Oszilloskopanstiegszeit

Die Anstiegszeitspezifikation eines Oszilloskops steht in engem Zusammenhang mit seiner Bandbreitenspezifikation. Oszilloskope mit einer Gauß'schen Frequenzreaktion haben eine ungefähre Anstiegszeit von $0{,}35/f_{BW}$basierend auf einem Kriterium von 10% bis 90%.

Die Anstiegszeit eines Oszilloskops ist nicht die höchste Flankengeschwindigkeit, die das Oszilloskop präzise messen kann. Sie ist die höchste Flankengeschwindigkeit, die das Oszilloskop erzeugen kann.

Erforderliche Oszilloskopbandbreite

Die erforderliche Oszilloskopbandbreite zum präzisen Messen eines Signals wird primär durch die Anstiegszeit des Signals bestimmt, nicht durch seine Frequenz. So berechnen Sie die erforderliche Oszilloskopbandbreite:

1 Bestimmen Sie die höchsten Flankengeschwindigkeiten.

Die Anstiegszeit können Sie normalerweise den Spezifikationen der von Ihnen verwendeten Geräte entnehmen.

2 Berechnen Sie die maximale „praktische" Frequenzkomponente.

Nach Dr. Howard W. Johnsons Buch, *High-Speed Digital Design – A Handbook of Black Magic* haben alle schnellen Flanken ein unendliches Spektrum von Frequenzanteilen. Das Frequenzspektrum hoher Flankengeschwindigkeiten weist jedoch eine Beugung (oder „Knie") auf, wo Frequenzkomponenten höher als f_{Knie} zur Bestimmung der Signalform unbedeutend sind.

f_{Knie} = 0,5 / Signalanstiegszeit (basierend auf einem Schwellenwert von 10% - 90%)

f_{Knie} = 0,4 / Signalanstiegszeit (basierend auf einem Schwellenwert von 20% - 80%)

3 Verwenden Sie für die erforderliche Genauigkeit einen Multiplikationsfaktor, um die erforderliche Bandbreite des Oszilloskops zu bestimmen.

Geforderte Messgenauigkeit	Erforderliche Oszilloskopbandbreite
20%	$f_{BW} = 1{,}0 \times f_{Knie}$
10%	$f_{BW} = 1{,}3 \times f_{Knie}$

Geforderte Messgenauigkeit	Erforderliche Oszilloskopbandbreite
3%	$f_{BW} = 1{,}9 \times f_{Knie}$

Siehe auch *Choosing an Oscilloscope with the Right Bandwidth for your Application*, Keysight Application Note 1588 (http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-5733EN.pdf)

Speichertiefe und Abtastrate

Die Anzahl der Punkte des Oszilloskopspeichers ist festgelegt und es gibt eine maximale Abtastrate, die mit dem A/D-Wandler des Oszilloskops verknüpft ist; die tatsächliche Abtastrate wird jedoch durch die Erfassungszeit bestimmt (die gemäß der horizontalen Zeit/Div.-Skalierung des Oszilloskops eingestellt wird).

Abtastrate = Anzahl der Abtastungen/Erfassungszeit

Bei Speicherung von 50 µs Daten in 50.000 Speicherpunkten beträgt die tatsächliche Abtastrate 1 GSa/s.

Entsprechend beträgt die tatsächliche Abtastrate bei Speicherung von 50 ms Daten in 50.000 Speicherpunkten 1 MSa/s.

Die tatsächliche Abtastrate wird im Übersichtsfeld im rechten Informationsbereich angezeigt.

Das Oszilloskop erreicht die tatsächliche Abtastrate durch Verwerfen (Dezimieren) überflüssiger Samples.

Auswählen des Erfassungsmodus

Beim Auswählen des Erfassungsmodus des Oszilloskops daran denken, dass die Abtastwerte normalerweise bei langsamerer Zeit-/Div-Einstellung dezimiert werden.

Bei langsamerer Zeit-/Div-Einstellung sinkt die effektive Abtastrate (und die effektive Abtastperiode vergrößert sich), da sich die Erfassungszeit erhöht und der Umsetzer des Oszilloskops schneller abtastet, als der Speicher gefüllt werden kann.

Ein Beispiel: Der Umsetzer arbeitet mit einer Abtastperiode von 1 ns (maximale Abtastrate von 1 GSa/s) und einer Speicherkapazität von 1 M. Bei dieser Geschwindigkeit erfolgt die Füllung des Speichers in 1 ms. Liegt die Erfassungszeit bei 100 ms (10 ms/div), wird bei 100 Abtastwerten nur ein Wert zur Füllung des Speichers benötigt.

So wird der Erfassungsmodus gewählt:

1 Drücken Sie die Taste **[Acquire] Erfassen** auf dem vorderen Bedienfeld.

2 Drücken Sie im Menü Erfassen den Softkey **Erf.-Modus**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den Erfassungsmodus auszuwählen.

   Folgende Erfassungsmodi sind bei den InfiniiVision-Oszilloskopen verfügbar:

   - **Normal** – bei langsameren Zeit-/Div-Einstellungen, normale Dezimierung findet statt, keine Mittelung. Verwenden Sie diesen Modus für die meisten Wellenformen. Siehe hierzu “Erfassungsmodus „Normal"" auf Seite 239.
   - **Spitze erkennen** – bei langsameren Zeit-/Div-Einstellungen werden die Messwerte für Maximum und Minimum in der effektiven Abtastperiode gespeichert. Verwenden Sie diesen Modus, um schmale, unregelmäßig auftretende Impulse anzuzeigen. Siehe hierzu “Spitze erkennen, Erfassungsmodus" auf Seite 240.
   - **Mittelwb.** – bei allen Zeit-/Div-Einstellungen, die angegebene Trigger-Anzahl wird gemittelt. Verwenden Sie diesen Modus, um für periodische Signale ohne Leistungsabfall bei Bandbreite und Anstiegszeit das Rauschen zu reduzieren und die Auflösung zu verbessern. Siehe hierzu “Erfassungsmodus Mittelwertbildung" auf Seite 243.
   - **Hohe Auflösung** – bei langsameren Zeit-/Div-Einstellungen werden alle Werte in der effektiven Abtastperiode gemittelt, und der Mittelwert wird gespeichert. Verwenden Sie diesen Modus, um Rauschen zu reduzieren. Siehe hierzu “Erfassungsmodus „Hohe Auflösung"" auf Seite 245.

Erfassungsmodus „Normal"

Im Modus „Normal" werden bei langsameren Zeit-/Div-Einstellungen zusätzliche Abtastwerte verworfen. Dieser Modus erzielt die beste Anzeige für die meisten Wellenformen.

Spitze erkennen, Erfassungsmodus

Im Modus „Spitze erkennen" werden bei langsamerer Zeitablenkung die minimalen und maximalen Messwerte beibehalten, damit sporadische und kurze Ereignisse erfasst werden können (dabei wird allerdings jedes Rauschen überhöht wiedergegeben). In diesem Modus werden alle Impulse angezeigt, die mindestens die Dauer der Abtastperiode aufweisen.

Für die InfiniiVision 6000 X-Series Oszilloskope, die eine maximale Abtastrate von 20 GSa/s aufweisen, wird alle 50 ps (Abtastperiode) ein Abtastwert erfasst.

Siehe auch
- "Erfassung von Störimpulsen oder schmalen Impulsen" auf Seite 240
- "Auffinden eines Störimpulses mithilfe des Modus „Spitze erkennen"" auf Seite 242

Erfassung von Störimpulsen oder schmalen Impulsen

Ein Störimpuls ist eine schnelle, im Vergleich zum Nutzsignal kurze Signaländerung. Beim Signalerfassungsmodus „Spitze erkennen" können solche Störimpulse oder schmale Impulse problemlos angezeigt werden. Im Gegensatz zum Signalerfassungsmodus „Normal" werden im Modus zur Erkennung von Spitzen schmale Störimpulse und steile Flanken heller dargestellt und sind dadurch leichter erkennbar.

Den Störimpuls können Sie mithilfe der Cursor oder den automatischen Messfunktionen charakterisieren.

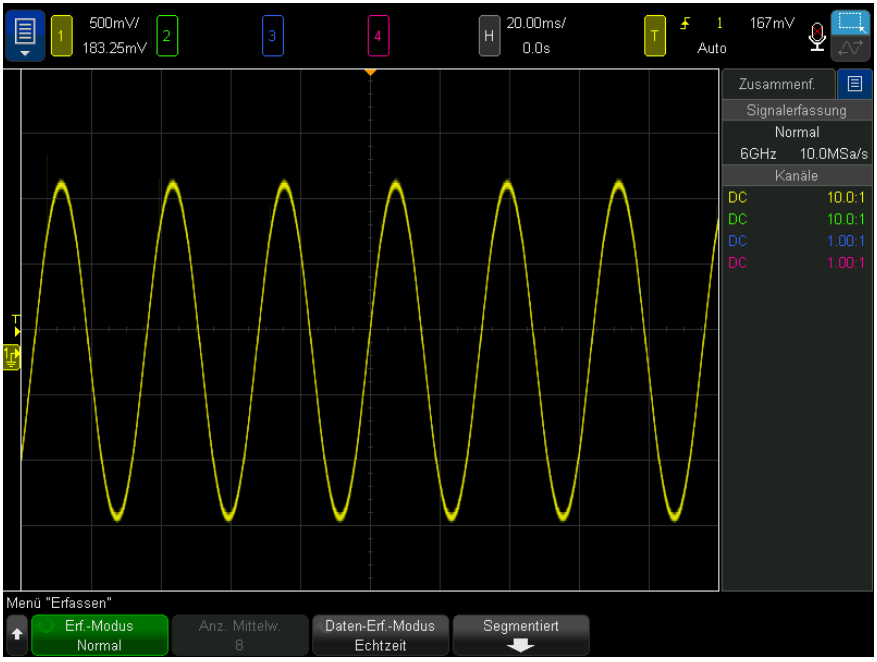


Abbildung 37 Sinus mit Störimpuls, Modus „Normal"

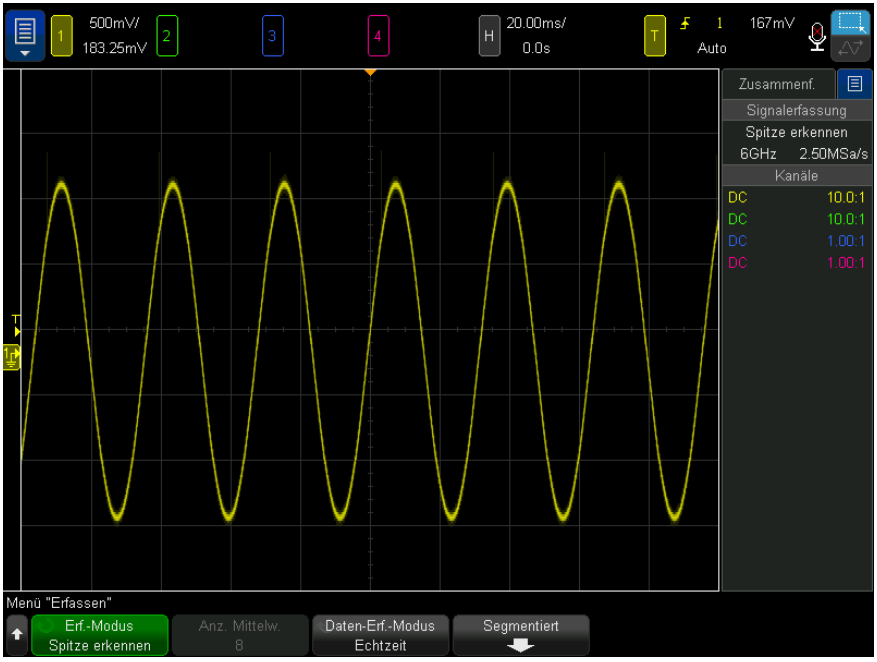


Abbildung 38 Sinus mit Störimpuls, Modus „Spitze erkennen"

Auffinden eines Störimpulses mithilfe des Modus „Spitze erkennen"

1. Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an und wählen Sie eine Einstellung, bei der sich eine stabile Signaldarstellung ergibt.
2. Drücken Sie zum Auffinden eines Störimpulses die Taste **[Acquire] Erfassen** und dann den Softkey **Erf. -Modus**, bis **Spitze erkennen** angezeigt wird.
3. Drücken Sie die Taste **[Display] Anzeigen** und anschließend den Softkey ∞ **Persistenz** (unbegrenzte Nachleuchtdauer).

   Bei unbegrenzter Nachleuchtdauer wird die Anzeige mit neuen Datenzugängen aktualisiert, ohne dabei die Ergebnisse vorheriger Signalerfassungszyklen zu löschen. Neue Abtastwerte werden mit normaler Helligkeit angezeigt, während die früher erfassten Messdaten weniger hell dargestellt werden. Für außerhalb des Signaldarstellungsbereichs liegende Abschnitte der Messkurve ist die unendliche Nachleuchtdauer (Infinite Persistence) nicht wirksam.

Mit dem Softkey **Löschen Anzeige** können Sie die alten Abtastwerte vom Bildschirm löschen. Anschließend werden wieder so lange Messwerte übereinander geschrieben, bis Sie ∞ **Persistenz** abschalten.

4 Analysieren des Störimpulses mit Zoom-Modus:

a Drücken Sie die ⌕ Zoom-Taste (oder drücken Sie die Taste **[Horiz]** und anschließend den Softkey **Zoom**).

b Wählen Sie eine schnellere Zeitbasis, damit der Störimpuls mit höherer Auflösung dargestellt wird.

Verwenden Sie den horizontalen Positionsknopf (◂▸), um die Wellenform zu verschieben und den erweiterten Bereich des normalen Fensters um den Störimpuls herum festzulegen.

Erfassungsmodus Mittelwertbildung

Im Modus Mittelwertbildung werden die Ergebnisse mehrerer Signalerfassungszyklen miteinander gemittelt. Dadurch wird das Rauschen reduziert und die vertikale Auflösung verbessert (bei allen Zeit-/Div-Einstellungen). Dazu ist ein stabiler Trigger notwendig.

Die Anzahl der Mittelwertbildungen kann zwischen 2 und 65536 in Zweierpotenz-Schritten festgelegt werden.

Je mehr Messungen gemittelt werden, desto wirksamer ist die Rauschunterdrückung und desto höher der Zugewinn an vertikaler Auflösung.

# Avgs	Auflösung in Bit
2	8
4	9
16	10
64	11
≥ 256	12

Bei einer sich erhöhenden Anzahl an gemittelten Messungen reagiert das angezeigte Signal zunehmend langsamer auf Änderungen. Sie müssen daher abwägen, wie schnell das Signal auf Änderungen reagieren und wie stark das zum Signal angezeigte Rauschen reduziert werden soll.

So verwenden Sie den Erfassungsmodus „Mittelwertbildung":

1 **Drücken Sie die Taste** [Acquire] ErfassenErf.-Modus**, bis der Modus Mittelwertbildung ausgewählt ist.**

2 Drücken Sie den Softkey **#Avgs** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die Anzahl der gemittelten Messungen so ein, dass bei dem angezeigten Signal das Rauschen optimal reduziert wird. Die Anzahl der gemittelten Signalerfassungszyklen wird im Softkey **# Avgs** angezeigt.

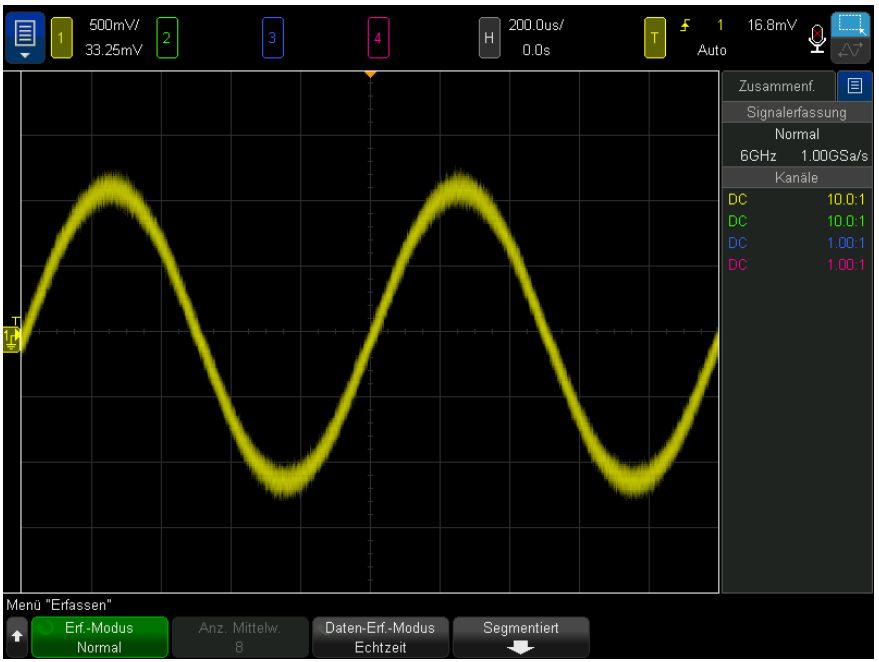


Abbildung 39 Weißes Rauschen beim angezeigten Signal

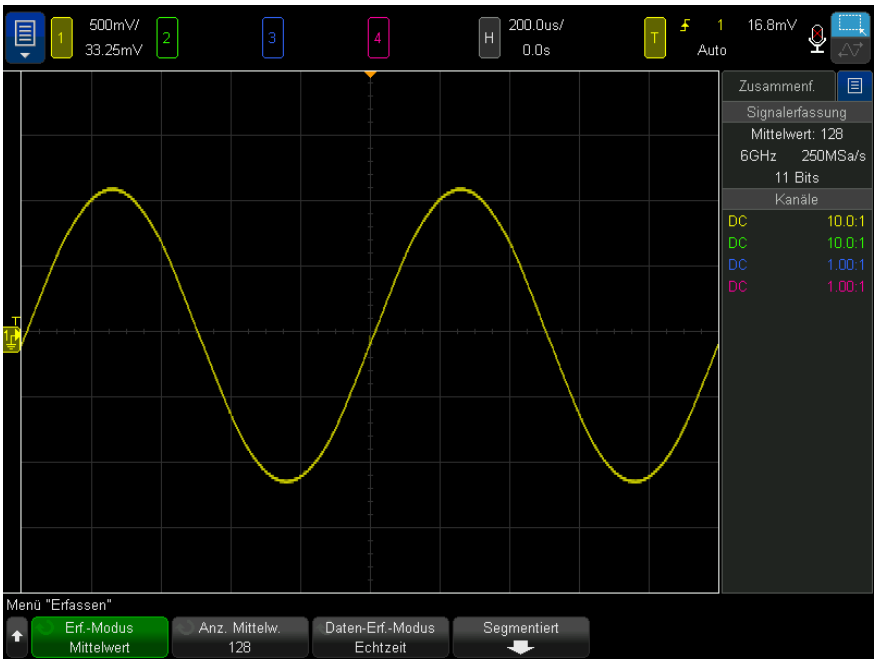


Abbildung 40128 gemittelte Messungen zur Reduzierung von weißem Rauschen

Siehe auch
- Kapitel 11, “Triggermodus/Kopplung,” ab Seite 223
- “Gemittelter Wert" auf Seite 124

Erfassungsmodus „Hohe Auflösung"

Im Modus „Hohe Auflösung" werden weitere Abtastungen bei langsamen Zeit-/Div-Einstellungen für weißes Rauschen gemittelt. Es entsteht eine glattere Messkurve, die vertikale Auflösung verbessert sich.

Mit dem Modus „Hohe Auflösung" wird der Durchschnitt aufeinanderfolgender Abtastwerte ermittelt. Pro zwei Durchschnittswerten wird zusätzlich eine vertikale Auflösung von einem Bit erzeugt. Für jeden Faktor von 4 Durchschnittswerten wird zudem das weiße Rauschen um 50 % reduziert. Die Anzahl zusätzlicher Bits bei vertikaler Auflösung hängt von der Zeit-/Div-Einstellung (Zeitablenkung) des Oszilloskops ab.

Je langsamer die Zeit-/Div-Einstellung, desto größer die Anzahl der für einen Anzeigepunkt gemittelten Abtastwerte.

Wird das Oszilloskop mit dem Modus „Hohe Auflösung" betrieben, können sich wiederholende oder einmalige Signale verwendet werden. Die Signalaktualisierungsrate wird dabei nicht langsamer, da die Berechnung im anwendungsspezifischen MegaZoom-Schaltkreis erfolgt. Da der Modus „Hohe Auflösung" jedoch ein wirkungsvoller Tiefpassfilter ist, wird dadurch die Echtzeitbandbreite des Oszilloskops eingeschränkt.

Zeitablenkung	Auflösung in Bit
≤ 1 µs/div	8
2 µs/div	9
5 µs/div	10
10 µs/div	11
≥ 20 µs/div	12

Datenerfassungsmodus (Abtasten)

Der Softkey **Daten-Erf.-Modus** ermöglicht Ihnen die Auswahl des Samplingtyps, der vom Oszilloskop verwendet wird:

- **Echtzeit** – Legt fest, dass das Oszilloskop die Wellenformanzeige von Proben erzeugt, die während eines Triggerereignisses gesammelt wurden (d.h. eine Erfassung). Können bei schneller Wobbelfrequenz nicht genug Proben für eine Wellenform gesammelt werden, wird ein hochentwickelter Rekonstruktionsfilter verwendet, um Probenpunkte mit Daten zu füllen und die Wellenformanzeige zu optimieren.

  Zur präzisen Rekonstruktion eines abgetasteten Signals im Echtzeitmodus sollte die Abtastgeschwindigkeit mindestens 2,5 Mal so groß sein, wie die höchste Frequenzkomponente des Signals. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, kann die rekonstruierte Signalform verzerrt sein, oder es können Aliasing-Effekte auftreten. Aliasing äußert sich oft als Jitter auf schnellen Digitalflanken.

Die Echtzeitoption eignet sich für Messungen mit sporadischen oder instabilen Triggern oder zur Erfassung von komplexen, dynamischen Signalen wie z. B. Augendiagrammen.

- **Echtzeit (Max Aktualisierungsrate)** – Wie im Echtzeitmodus, wobei jedoch die Abtastgeschwindigkeit von 20 GSa/s auf 2 GSa/s gesenkt wird, wobei eine schnellere Zeit/Division-Einstellung als im Normalfall verwendet wird, um die maximale Aktualisierungsrate (Triggerrate) zu gewährleisten.

  Dieser Modus ist ideal für das Auffinden von Störimpulsen und sporadischen Ereignissen in Wellenformen, die die volle Abtastgeschwindigkeit von 20 GSa/s (und damit verbundene Bandbreite) nicht benötigen.

  Dieser Modus ist bei den Funktionen Einzel-Aufnahmen, Rollen, Segmentiert, oder Maskentest nicht erlaubt.

- **Entsprechungszeit** – Verfügbar bei Modellen mit 6 GHz Bandbreite. Diese Option bietet Ihnen eine weitere Methode, um Abtastpunkte zu sehr schnellen Wobbelgeschwindigkeiten einzutragen - wird nur verwendet, wenn die Wobbelgeschwindigkeit 20 ns/div oder schneller beträgt. Statt des Rekonstruktionsfilters wird in diesem Fall eine Technik eingesetzt, die als inkohärente periodische Abtastung bezeichnet wird, um eine Wellenform mit mehreren Triggern (Erfassungen) zu erstellen und zu zeichnen.

  Bei einer geringerer Wobbelgeschwindigkeit gibt es nicht genug Abtastpunkte in einem Trigger (bzw. in einer Erfassung), um eine Wellenform anzuzeigen.

  Der Echtzeit-Abtastmodus benötigt repetitive Wellenformen mit stabilen Triggern.

Siehe auch
- "Echtzeitabtastung und Oszilloskop- Bandbreite" auf Seite 247

Echtzeitabtastung und Oszilloskop- Bandbreite

Zur präzisen Rekonstruktion eines abgetasteten Signals sollte die Abtastgeschwindigkeit mindestens 2,5 Mal so groß sein, wie die Hochfrequenzkomponente des Signals. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, kann die rekonstruierte Signalform verzerrt sein, oder es können Aliasing-Effekte auftreten. Ein Aliasing wird meist als ein Flimmern an den positiven Flanken wahrgenommen.

Die maximale Abtastrate für die Oszilloskope der 6000 X-Serie beträgt 20 GSa/s für einen einzelnen Kanal in einem Kanalpaar. Ein Kanalpaar bilden jeweils Kanal 1 und 2 und Kanal 3 und 4. So beträgt beispielsweise die Abtastgeschwindigkeit bei einem Oszilloskop mit vier Kanälen 20 GSa/s, wenn die Kanäle 1 und 3, 1 und 4, 2 und 3 oder 2 und 4 eingeschaltet sind.

Sobald beide Kanäle eines Kanalpaares eingeschaltet sind, verringert sich die Abtastgeschwindigkeit für alle Kanäle um die Hälfte. Wenn also beispielsweise die Kanäle 1, 2 und 3 eingeschaltet sind, beträgt die Abtastgeschwindigkeit für alle Kanäle 10 GSa/s.

Bei aktivierter Echtzeit-Abtastung ist die Bandbreite des Oszilloskops begrenzt, da die Bandbreite des Rekonstruktionsfilters auf fs/4 eingestellt ist. So verfügt beispielsweise ein Oszilloskop des Typs MSOX600xA mit 6 GHz bei aktivierten Kanälen 1 und 2 über eine Bandbreite von 2,5 MHz, wenn Echtzeit-Abtastung aktiviert ist, und 6 GHz bei deaktivierter Echtzeit-Abtastung.

Die Abtastrate wird im Übersichtsbereich in der Seitenleiste angezeigt.

In segmentierten Speicher erfassen

Beim Erfassen mehrerer sporadischer Trigger-Ereignisse kann der Speicher des Oszilloskops segmentiert werden. So wird die Signalaktivität gemessen, ohne längere Inaktivitätszeiten zu berücksichtigen.

Jedes Segment enthält vollständig alle Analog- und Digitalkanaldaten (bei MSO-Modellen) und Daten der seriellen Dekodierung.

Wenn der segmentierte Speicher benutzt wird, können Sie die Funktion Segmente analysieren (siehe "Messungen, Statistiken und unbegrenzte Persistenz mit segmentiertem Speicher" auf Seite 250) verwenden, um eine unbegrenzte Nachleuchtdauer über alle erfassten Segmente hinweg anzuzeigen. Weitere Informationen unter "Festlegen oder Löschen der Persistenz" auf Seite 167.

Zum Erfassen in segmentiertem Speicher

1. Stellen Sie eine Triggerbedingung ein. (Weitere Informationen unter Kapitel 10, "Trigger," ab Seite 183.)
2. Drücken Sie die Taste **[Acquire] Erfassen** im Bereich Wellenform des vorderen Bedienfelds.
3. Drücken Sie den Softkey **Segmentiert**.
4. Drücken Sie im Menü Segmentierbarer Speicher auf den Softkey **Segmentiert**, um die Erfassung mit segmentiertem Speicher zu aktivieren.

5 Drücken Sie den Softkey **Anz. Seg.** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um auszuwählen, in wie viele Segmente der Oszilloskopspeicher geteilt werden soll.

   Der Speicher kann in zwei bis höchstens 1000 Segmente geteilt werden.

6 Drücken Sie die Taste **[Run] Start** oder **[Single] Einzeln**.

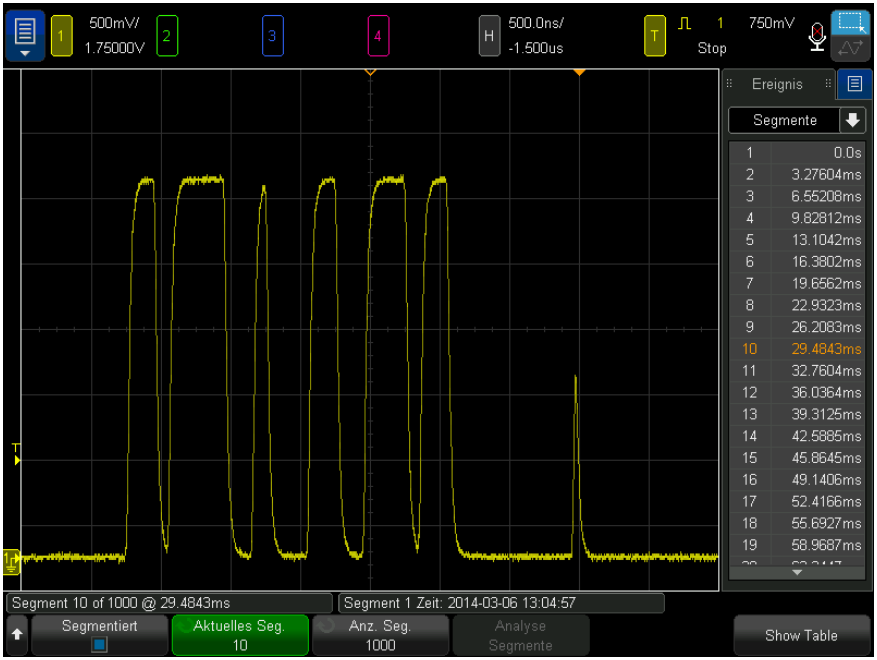
Das Oszilloskop startet und füllt ein Speichersegment für jedes Trigger-Ereignis. Wenn das Oszilloskop mehrere Segmente erfasst, wird der Fortschritt oben rechts in der Anzeige angezeigt. Das Oszilloskop triggert weiter, bis der Speicher voll ist, dann stoppt es.

Wenn das gemessene Signal länger als etwa 1 s inaktiv ist, sollten Sie möglicherweise den Triggermodus **Normal** auswählen, um die automatische Triggerung zu vermeiden. Siehe hierzu "So wählen Sie den automatischen oder normalen Triggermodus" auf Seite 224.

Siehe auch
- "Navigieren in den Segmenten" auf Seite 249
- "Messungen, Statistiken und unbegrenzte Persistenz mit segmentiertem Speicher" auf Seite 250
- "Segmentierbarer Speicher - Zeit für erneute Triggerbereitschaft" auf Seite 251
- "Speichern von Daten aus dem segmentierten Speicher" auf Seite 251

Navigieren in den Segmenten

1 Drücken Sie den Softkey **Aktuelles Seg.** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um das gewünschte Segment zusammen mit einem Zeitstempel vom ersten Trigger-Ereignis anzuzeigen.



Sie können auch mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den Steuerelementen in den Segmenten navigieren. Siehe hierzu "So navigieren Sie zwischen Segmenten" auf Seite 85.

Messungen, Statistiken und unbegrenzte Persistenz mit segmentiertem Speicher

Zum Ausführen von Messungen und Anzeigen von statistischen Daten drücken Sie auf **[Meas] Mess.** und stellen Sie die gewünschten Messungen ein (siehe Kapitel 14, "Messungen," ab Seite 263). Drücken Sie dann auf **Analyse Segmente**. Für die ausgewählten Messungen werden statistische Daten angesammelt.

Der Softkey **Analyse Segmente** erscheint, wenn die Erfassung gestoppt wird und die Funktion für segmentierten Speicher aktiviert ist, oder wenn der serielle Auflister oder die Funktion Histogramm aktiviert ist.

Sie können auch die unbegrenzte Nachleuchtdauer (im Menü Anzeige) aktivieren und den Softkey **Analyse Segmente** drücken, um die Anzeige mit unbegrenzter Nachleuchtdauer zu aktivieren.

Segmentierbarer Speicher - Zeit für erneute Triggerbereitschaft

Nach jeder Segmentfüllung wird das Oszilloskop erneut in Bereitschaft gesetzt, was ca. 1 µs dauert.

Beachten Sie jedoch zum Beispiel: Wenn die horizontale Zeit-/Div.-Steuerung auf 5 µs/div und die Zeitreferenz auf **Mitte** eingestellt sind, dauert es mindestens 50 µs, um alle zehn Segmente zu füllen und erneut triggerbereit zu sein. (D. h., 25 µs zum Erfassen der Vortriggerdaten und 25 µs zum Erfassen der Nachtriggerdaten.)

Speichern von Daten aus dem segmentierten Speicher

Sie können entweder das aktuell angezeigte Segment (**Segment speichern - Aktuelles**) oder alle Segmente (**Segment speichern - Alle**) in folgenden Datenformaten speichern: CSV, ASCII XY und BIN.

Legen Sie die Länge fest, um ausreichend Punkte zu erfassen, damit die erfassten Daten genau dargestellt werden. Wenn das Oszilloskop mehrere Segmente speichert, wird der Fortschritt oben rechts in der Anzeige angezeigt.

Weitere Informationen siehe "So speichern Sie CSV-, ASCII XY- oder BIN-Datendateien" auf Seite 371.

13 Cursor

So führen Sie Cursor-Messungen durch / 254
Beispiele für Cursor-Messungen / 258

Cursor sind horizontale und vertikale Marker, die X-Werte und Y-Werte anzeigen. Die angezeigten Werte beziehen sich auf die jeweils gewählte Wellenformquelle. Cursor können zu benutzerdefinierten Spannungs-, Zeit-, Phase- oder Verhältnismessungen der Oszilloskop-Signale verwendet werden.

Cursorinformationen werden im Informationsbereich auf der rechten Seite angezeigt.

Cursor sind nicht auf den sichtbaren Teil des Signals beschränkt. Wenn Sie einen Cursor setzen und anschließend die Wellenform mit Hilfe der Pan- und Zoom-Funktionen verschieben, kann es vorkommen, dass der Cursor aus dem Bildschirmbereich verschwindet. Sein Wert wird dabei jedoch nicht verändert. Er ist immer noch vorhanden, wenn Sie an seine ursprüngliche Position zurückkehren.

X-Cursor

X-Cursor sind gestrichelte vertikale Linien, die sich horizontal verschieben lassen und zum Messen von Zeit (s), Frequenz (1/s), Phase (°) und Verhältnis (%) verwendet werden.

Der X1-Cursor ist die kurzgestrichelte vertikale Linie und der X2-Cursor ist die langgestrichelte vertikale Linie.

Wenn die FFT-Funktion als Datenquelle gewählt wurde, zeigen X-Cursor die Frequenz an.

In der Horizontal-Betriebsart XY zeigen die X-Cursor die Werte von Kanal 1 an (Volt oder Amp).

Die X1- und X2-Cursor-Werte der ausgewählten Wellenformquelle werden im Softkey-Menübereich angezeigt.

Der Unterschied zwischen X1 und X2 (ΔX) und 1/ΔX wird im Feld Cursor im rechten Informationsbereich angezeigt.

Y-Cursor Y-Cursor sind gestrichelte horizontale Linien, die sich vertikal verschieben lassen, und mit denen Verhältnisse (%) oder Volt/Ampere abhängig von der Kanalfestlegung **Tastkopfeinheiten** gemessen werden können. Wenn eine mathematische Funktion als Datenquelle gewählt wurde, ist die Cursor-Maßeinheit von der jeweiligen mathematischen Funktion abhängig.

Der Y1-Cursor ist die kurzgestrichelte horizontale Linie und der Y2-Cursor ist die langgestrichelte horizontale Linie.

Die Y-Cursor lassen sich vertikal verschieben und zeigen Werte relativ zum Wellenformnullpunkt an. Dies gilt nicht für FFT-Funktionen, in welchen die Werte relativ zu 0 dB angezeigt werden.

In der Horizontal-Betriebsart XY zeigen die Y-Cursor die Werte von Kanal 2 an (Volt oder Amp).

Sofern aktiv, werden die X1- und X2-Cursor-Werte der ausgewählten Wellenformquelle im Softkey-Menübereich angezeigt.

Der Unterschied zwischen Y1 und Y2 (ΔY) wird im Feld Cursor im rechten Informationsbereich angezeigt.

So führen Sie Cursor-Messungen durch

1. Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an und wählen Sie eine Einstellung, bei der sich eine stabile Signaldarstellung ergibt.
2. Drücken Sie die Taste **[Cursors] Cursor**.

   Das Feld Cursor im rechten Informationsbereich wird angezeigt und gibt an, dass Cursor aktiv sind. (Drücken Sie die Taste **[Cursors] Cursor** erneut, wenn Sie Cursor ausschalten möchten.)
3. Drücken Sie im Menü Cursor den Softkey **Modus** und wählen Sie den gewünschten Modus:
   - **Manuell** - ΔX-, 1/ΔX- und ΔY-Werte werden angezeigt. ΔX ist der Unterschied zwischen den Cursorn X1 und X2. ΔY ist der Unterschied zwischen den Cursorn Y1 und Y2.

- **Wellenform verfolgen** - Wenn Sie einen Marker horizontal verschieben, wird die vertikale Amplitude der Wellenform verfolgt und gemessen. Zeit- und Spannungspositionen werden für die Marker angezeigt. Die vertikalen (Y) und horizontalen (X) Unterschiede zwischen den Markern werden als ΔX- und ΔY-Werte angezeigt.
- **Messen** – Wenn Messungen angezeigt werden, zeigt dieser Modus die Cursorpositionen, die für die Messung verwendet werden. Wenn Sie eine Messung hinzufügen, werden für diese Messung Cursor angezeigt. Sie können den Softkey **Messung** oder das Dialogfeld Meas (Mess.) in der Seitenleiste verwenden, um die Messung auszuwählen, deren Cursorpositionen angezeigt. werden.
- **Binär** - Logikpegel angezeigter Wellenformen an den aktuellen X1- und X2-Cursorpositionen werden im Cursor-Dialogfeld in der Seitenleiste der Softkeys binär angezeigt. Die Anzeige ist farbkodiert, um der Wellenformfarbe des zugehörigen Kanals zu entsprechen.

- **Hex** - Logikpegel angezeigter Wellenformen an den aktuellen X1- und X2-Cursorpositionen werden im Cursor-Dialogfeld in der Seitenleiste hexadezimal angezeigt.

Die Modi **Manuell** und **Wellenform verfolgen** können für Wellenformen verwendet werden, die an den analogen Eingangskanälen (inkl. mathematischer Funktionen) angezeigt werden.

Die Modi **Binär** und **Hex** werden für digitale Signale (von MSO-Oszilloskopmodellen) verwendet.

Bei den Darstellungsarten **Hex** und **Binär**können folgende Pegel angezeigt werden: 1 (Spannung größer als Triggerpegel), 0 (Spannung kleiner als Triggerpegel), unbestimmt (-) oder X (beliebig).

Im Modus **Binär** wird bei abgeschaltetem Kanal X angezeigt.

Im Modus **Hex** wird bei abgeschaltetem Kanal 0 angezeigt.

4 Drücken Sie **Quelle** (oder **X1 Quelle**, **X2 Quelle** im Modus **Wellenform verfolgen**) und wählen Sie die Eingangsquelle für Cursorwerte.

5 Zur Auswahl und Änderung von Cursorn:

- Verwenden Sie den Touchscreen, um Cursor durch Berühren ihrer Ziehpunkte auszuwählen, und ändern Sie sie durch Ziehen an den Ziehpunkten. Siehe hierzu "Cursor ziehen" auf Seite 56.

  Sie können anschließend den Cursor-Schalter verwenden, um präzise Änderungen vorzunehmen.

- Verwenden Sie den Cursor-Schalter, um die zu ändernden Cursor auszuwählen. Drücken Sie hierzu den Schalter und drehen Sie ihn zur gewünschten Option. Um die Auswahl endgültig vorzunehmen, drücken Sie den Schalter erneut oder warten etwa fünf Sekunden, bis das entsprechende Popup-Menü erscheint.

  Mit der Auswahl **X1 X2 verknüpft** und **Y1 Y2 verknüpft** können Sie beide Cursor gleichzeitig anpassen, während der Deltawert gleich bleibt. Dies kann z. B. nützlich sein zur Überprüfung von Impulsbreiteabweichungen in einem Impulszug.

  Drehen Sie den Cursor-Schalter, um die ausgewählten Cusor zu ändern.

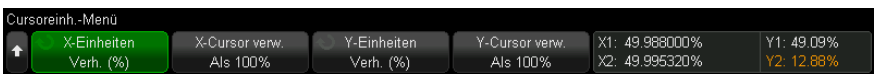
- Mit dem Softkey **Cursor** können Sie Cursor auswählen, indem Sie den Softkey drücken und anschließend am Eingabedrehknopf drehen.

  Drehen Sie den Cursor-Schalter, um die ausgewählten Cursor zu ändern.

Die aktuell ausgewählten Cursor werden heller angezeigt als die anderen.

6 Drücken Sie zum Ändern der Cursor-Einheiten den Softkey **Einheiten**.

Im Menü Cursor-Einheiten:



Wählen Sie durch Drücken den Softkey **X Einheiten** eine Einheit aus:

- **Sekunden (s)**.
- **Hz (1/s)**.
- **Phase (°)** – ist diese Einheit ausgewählt, verwenden Sie den Softkey **X Cursors verwenden**, um die aktuelle X1-Position als 0 Grad und die aktuelle X2-Position als 360 Grad anzugeben.
- **Verh. (%)** – ist diese Einheit ausgewählt, dann verwenden Sie den Softkey **X Cursors verwenden**, um die aktuelle X1-Position als 0% und die aktuelle X2-Position als 100% anzugeben.

Wählen Sie durch Drücken auf den Softkey **Y Einheiten** eine Einheit aus:

- **Basis** - die gleichen Einheiten wie für die Quellwellenform.
- **Verh. (%)** – ist diese Einheit ausgewählt, dann verwenden Sie den Softkey **Y Cursors** verwenden, um die aktuelle Y1-Position als 0% und die aktuelle Y2-Position als 100% anzugeben.

Sobald für Phase- oder Verhältniseinheiten die Positionen 0 und 360 Grad oder 0 und 100% eingestellt sind, werden durch Anpassen der Cursor Messungen in Relation zu den eingestellten Positionen angezeigt.

Beispiele für Cursor-Messungen

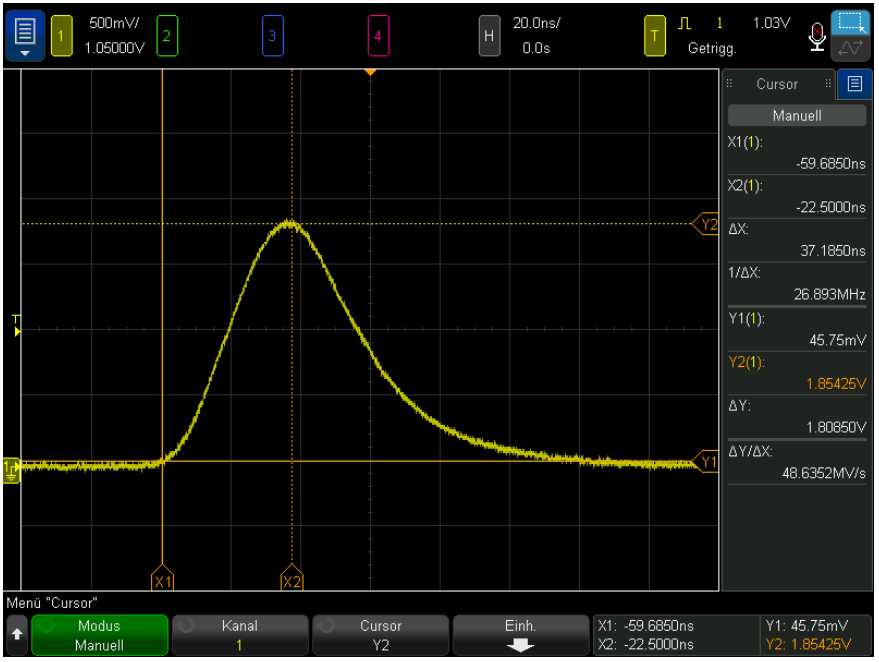


Abbildung 41 Zur Messung von anderen Impulsbreiten als mittleren Schwellenwertpunkten verwendete Cursor

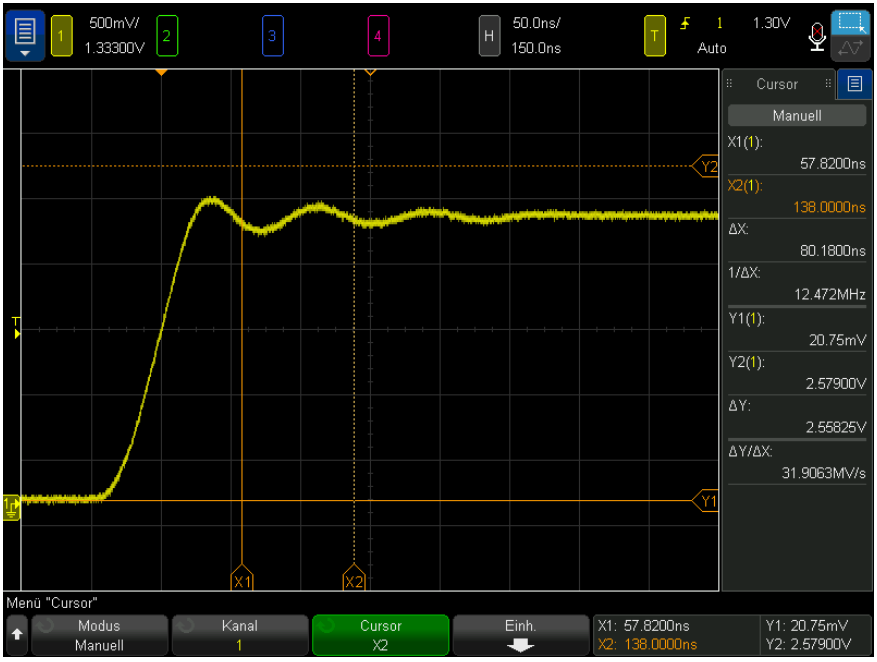


Abbildung 42 Messung einer Überschwingfrequenz

Vergrößern Sie die Anzeige mit dem Zoom-Modus und analysieren Sie das gewünschte Ereignis mithilfe der Cursor.

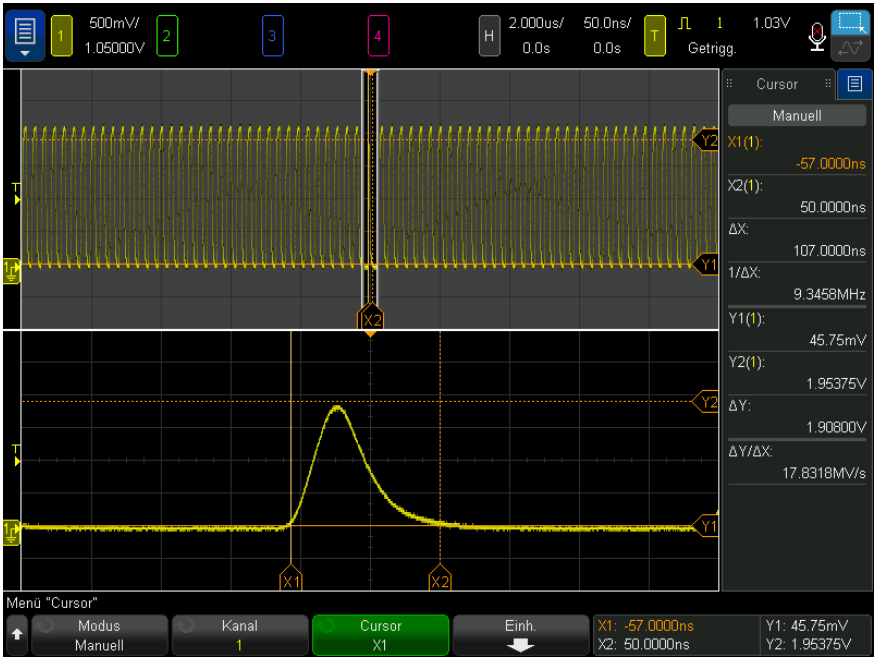


Abbildung 43 Cursor verfolgen Zoom-Fenster

Setzen Sie den Cursor **X1** auf eine Seite eines Impulses und den Cursor **X2** auf die andere.

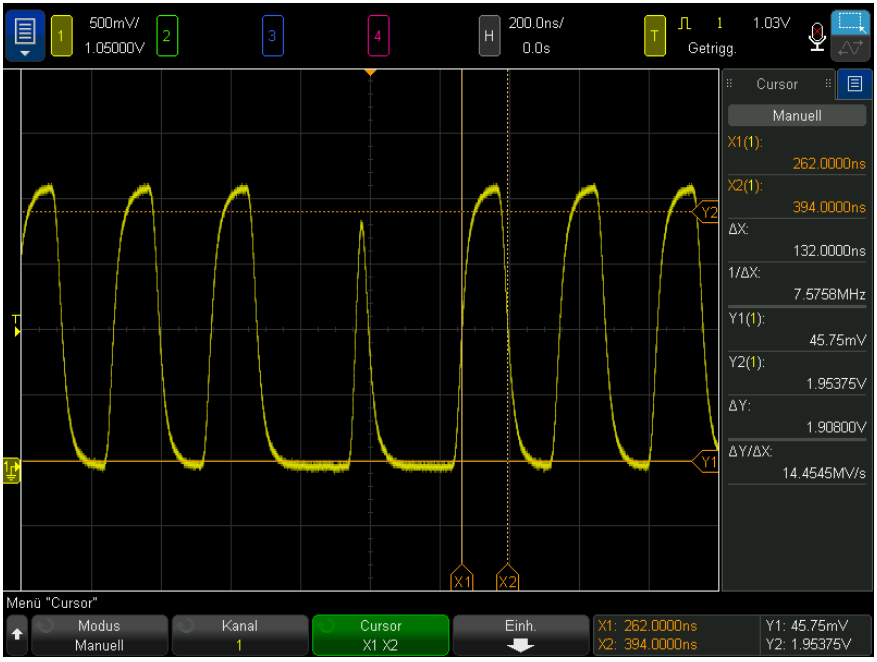


Abbildung 44 Pulsbreitenmessung mithilfe von Cursorn

Drücken Sie den Softkey **X1 X2 verknüpft** und verschieben Sie die Cursor zusammen, um die Impulsbreitenabweichungen in einem Impulszug zu überprüfen.

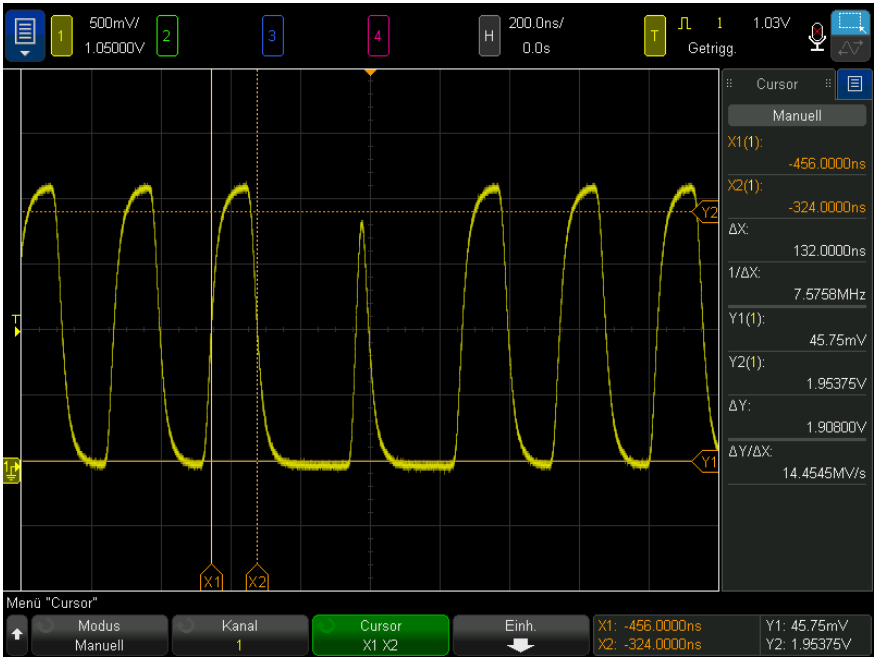


Abbildung 45 Identifikation von Schwankungen der Pulsbreite mithilfe gekoppelter Cursor

14 Messungen

Ausführen automatischer Messungen / 264
Messungen - Zusammenfassung / 266
Spannungsmessungen / 270
Zeitmessungen / 278
Zählermessungen / 286
Gemischte Messungen / 288
Messungsschwellenwerte / 289
Messungsfenster / 291
Messungsstatistiken / 291
Präzisionsmessungen und math. Wellenformen / 294

Mit der Taste **[Meas] Mess.** können Sie automatische Messungen für Wellenformen ausführen. Einige Messungen können nur für Analogeingangskanäle ausgeführt werden.

Die Ergebnisse der letzten 10 ausgewählten Messungen werden im Listendialogfeld für die Messungen (das aus dem Menü in der rechten Seitenleiste gewählt werden kann) angezeigt (siehe “Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54 und “Seitenleisten-Dialogfelder durch Ziehen lösen" auf Seite 55).

Wenn Sie eine Messung hinzufügen, erscheint sie ganz unten im Listendialogfeld für die Messungen, und Cursor, von denen der Bereich der aktuell gemessenen Wellenform angezeigt wird, werden automatisch angezeigt. Sie können ändern, für welche Messung die Cursor angezeigt werden, indem Sie eine Messung in der Liste berühren und im Popupmenü **Nachverfolgen mit Cursorn** wählen oder die gewünschte Messung im Menü Cursors auswählen.

HINWEIS

Nachverarbeitung nach dem Erfassen

Nach einer Erfassung können Sie nicht nur die Anzeigeparameter ändern, sondern auch sämtliche Messungen und mathematischen Funktionen ausführen. Eine Neuberechnung der Messungen und mathematischen Funktionen findet statt, wenn die „Pan"- und „Zoom"-Funktion ausgeführt oder Kanäle ein- und ausgeschaltet werden. Wenn ein Signal mit dem Horizontalskalierungs-Drehknopf horizontal oder mit dem Volts/Division-Drehknopf vertikal vergrößert oder verkleinert wird, wirkt sich dies auf die Display-Auflösung aus. Da Messungen und mathematische Funktionen für angezeigte Daten ausgeführt werden, ändert sich die Auflösung von Funktionen und Messungen.

Ausführen automatischer Messungen

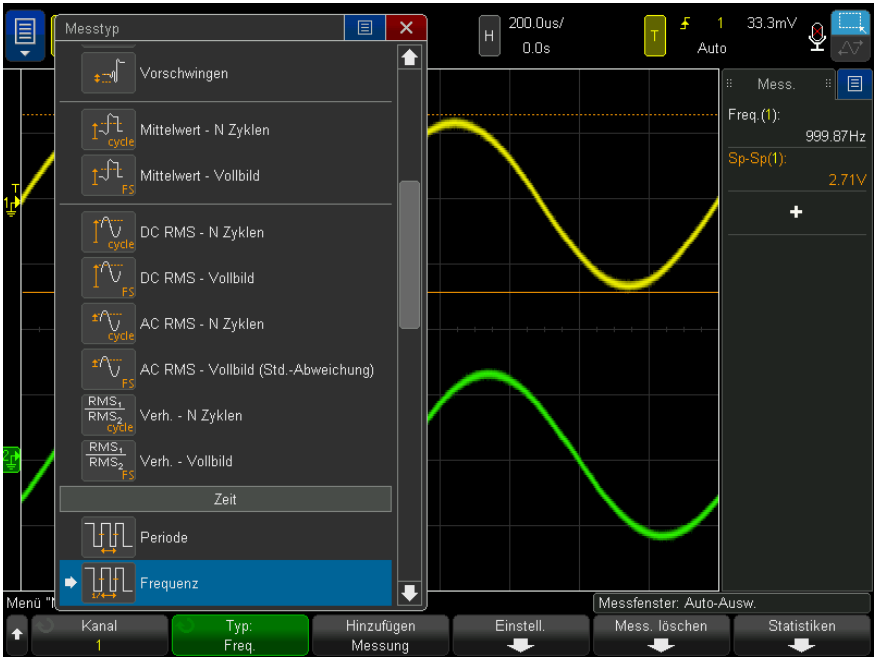
1 Drücken Sie zum Aufruf des Menüs Messungen die Taste **[Meas] Mess.**.

2 Drücken Sie den Softkey **Quelle**, um den Kanal, die aktive mathematische Funktion oder Referenzwellenform zur Messung auszuwählen.

Die automatischen Messfunktionen sind nur auf angezeigte bzw. aktive Kanäle, mathematische Funktionen und Referenzwellenformen anwendbar.

Wenn ein Teil der Wellenform, der für eine Messung benötigt wird, nicht sichtbar ist oder wenn die Auflösung für die Messung nicht ausreicht, wird eine entsprechende Meldung angezeigt: „Keine Flanken" , „Reduziert" , „Schwaches Signal" , „< Wert" oder „> Wert". Eine solche Meldung besagt, dass das Messergebnis unter Umständen nicht gültig ist.

3 Drücken Sie den Softkey **Typ:** und wählen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf eine Messfunktion aus.



Sie können den Touchscreen auch verwenden, um Messungen auszuwählen. Sie können im Dialogfeld „+" für die Messungen auswählen, um das Menü Messtyp zu öffnen. Siehe auch "Touch-Softkeys und Menüs im Bildschirm" auf Seite 56.

Weitere Informationen zu Messungstypen finden Sie unter "Messungen - Zusammenfassung" auf Seite 266.

4 Mit dem Softkey **Einstell.** können Sie zusätzliche Einstellungen für bestimmte Messungen vornehmen.

5 Drücken Sie den Softkey **Hinzufügen Messung** oder drücken Sie den Eingabedrehknopf, um die Messung anzuzeigen.

Die Cursor werden eingeschaltet und markieren den Abschnitt der gemessenen Wellenform für die zuletzt hinzugefügte Messung (ganz unten auf dem Bildschirm). Zum Anzeigen der Cursor einer vorher hinzugefügten Messung (außer der letzten) die entsprechende Messung erneut hinzufügen.

Standardmäßig werden Messungsstatistiken angezeigt. Siehe hierzu "Messungsstatistiken" auf Seite 291.

6 Drücken Sie zum Ausschalten der Messungen die Taste **[Meas] Mess.** erneut.

Die Messungen werden aus der Anzeige gelöscht.

7 Zum Stoppen einer oder mehrerer Messungen drücken Sie den Softkey **Mess. löschen** und wählen Sie die zu löschende Messung, oder drücken Sie **Alle löschen**.

Wenn Sie nach dem Löschen aller Messungen erneut **[Meas] Mess.** drücken, sind die Standardmessungen Frequenz und Spitze-Spitze aktiv.

Messungen - Zusammenfassung

In der folgenden Tabelle sind die im Oszilloskop verfügbaren automatischen Messungen aufgelistet. Alle Messungen sind für Analogkanalwellenformen verfügbar. Alle Messungen außer Zähler sind für Referenzwellenformen und math. Wellenformen (außer FFT) verfügbar. Für math. FFT-Wellenformen und Digitalkanalwellenformen ist eine begrenzte Anzahl an Messungen verfügbar (Siehe folgende Tabelle).

Messung	Gültig für math. FFT*	Gültig für Digitalkanäle	Hinweise
"Snapshot" auf Seite 270			
"Amplitude" auf Seite 272			
"Bereich" auf Seite 288			
"Mittelung" auf Seite 275	Ja, vollständiger Bildschirm		
"Basis" auf Seite 273			

Messung	Gültig für math. FFT*	Gültig für Digitalkanäle	Hinweise
"Bitrate" auf Seite 282		Ja	
"Burst-Breite" auf Seite 281			
"Zähler" auf Seite 280		Ja	Nicht gültig für math. Wellenformen.
"Verzögerung" auf Seite 282			Messungen zwischen zwei Quellen. Drücken Sie **Einstell.**, um die zweite Quelle anzugeben.
"Tastgrad" auf Seite 282		Ja	
"Abfallzeit" auf Seite 282			
"Frequenz" auf Seite 279		Ja	
"Maximum" auf Seite 271	Ja		
"Minimum" auf Seite 272	Ja		
"Anzahl steigende Flanken" auf Seite 287			
"Anzahl fallende Flanken" auf Seite 288			
"Anzahl positive Impulse" auf Seite 287			
"Anzahl negative Impulse" auf Seite 287			
"Überschwingen" auf Seite 273			
"Spitze-Spitze" auf Seite 271	Ja		
"Periode" auf Seite 279		Ja	
"Phase" auf Seite 284			Messen zwischen zwei Quellen. Drücken Sie **Einstell.**, um die zweite Quelle anzugeben.
"Vorschwingen" auf Seite 275			

Messung	Gültig für math. FFT*	Gültig für Digitalkanäle	Hinweise
"Verhältnis" auf Seite 278			Messungen zwischen zwei Quellen. Drücken Sie **Einstell.**, um die zweite Quelle anzugeben.
"Anstiegszeit" auf Seite 282			
"DC RMS" auf Seite 276			
"AC RMS" auf Seite 276			
"Dach" auf Seite 272			
"+ Breite" auf Seite 281		Ja	
"– Breite" auf Seite 281		Ja	
"X bei Max. Y" auf Seite 286	Ja		Die resultierenden Einheiten werden in Hertz angegeben.
"X bei Min. Y" auf Seite 286	Ja		Die resultierenden Einheiten werden in Hertz angegeben.
* Für weitere FFT-Messungen sind die Cursor zu verwenden.			

Messungen von Leistungsanwendungen

Beachten Sie, dass zusätzliche Leistungsanwendungsmessungen verfügbar sind, wenn die DSOX6PWR -Leistungsmessungs- und Analyselizenz installiert und die Leistungsanwendung aktiviert ist. Weitere Informationen siehe *DSOX6PWR Power Measurement Application User's Guide* unter www.keysight.com/find/6000X-Series-manual oder auf der Dokumentations-CD.

Jitter- und Echtzeitaugeanalyse-Messungen

Beachten Sie, dass zusätzliche Jitter- und Echtzeitaugeanalyse-Messungen verfügbar sind, wenn die DSOX6JITTER-Lizenz installiert ist und die Funktionen aktiviert sind. Siehe hierzu "Jitter-Messungen" auf Seite 315 und "Echtzeitaugenanalyse" auf Seite 319.

Zwei-Kanal-Messungen (Tastkopf N2820A)

Beachten Sie, dass mit dem hochempfindlichen Stromtastkopf N2820A zusätzliche Messungen verfügbar sind, wenn sowohl die Primär- als auch die Sekundäranalysekabel verwendet werden. Zoom Die Wellenformdaten unterhalb des Klemmenpegels des Tastkopfs werden mit Zoom Out-Wellenformaten

oberhalb des Klemmenpegels des Tastkopfs zusammengeführt, um die Wellenform zu erstellen, anhand der die Messung vorgenommen wird. Diese Messungen sind für Analogeingangskanäle verfügbar.

Zwei-Kanal-Messung (Tastkopf N2820A)	Hinweise
Amplitude	Siehe hierzu “Amplitude" auf Seite 272.
Ladung	Die Ladung (in Amperestunden) ist der gemessene Bereich unter der Wellenform. Siehe hierzu “Bereich" auf Seite 288.
Mittelung	Siehe hierzu “Mittelung" auf Seite 275.
Base (Impulsboden)	Siehe hierzu “Basis" auf Seite 273.
Spitze-Spitze	Siehe hierzu “Spitze-Spitze" auf Seite 271.
DC RMS	Siehe hierzu “DC RMS" auf Seite 276.
AC RMS	Siehe hierzu “AC RMS" auf Seite 276.

Bei Verwendung von Tastkopf N2820A für Messungen an einem batteriebetriebenen (Pufferbetrieb) Gerät schließen Sie stets die mitgelieferte Erdungsleitung zwischen der Erde an Ihrem Gerät sowie den Masseverbinder wie in der folgenden Abbildung dargestellt an. Lassen Sie das Ende der Erdungsleitung einfach in den Verbinder des Tastkopfes einrasten. Ohne die Masseverbindung kann der Gleichtakteingangsverstärker die Wellenformen nicht richtig anzeigen.

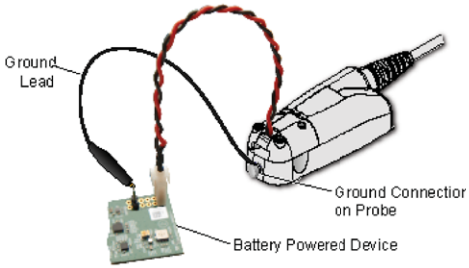
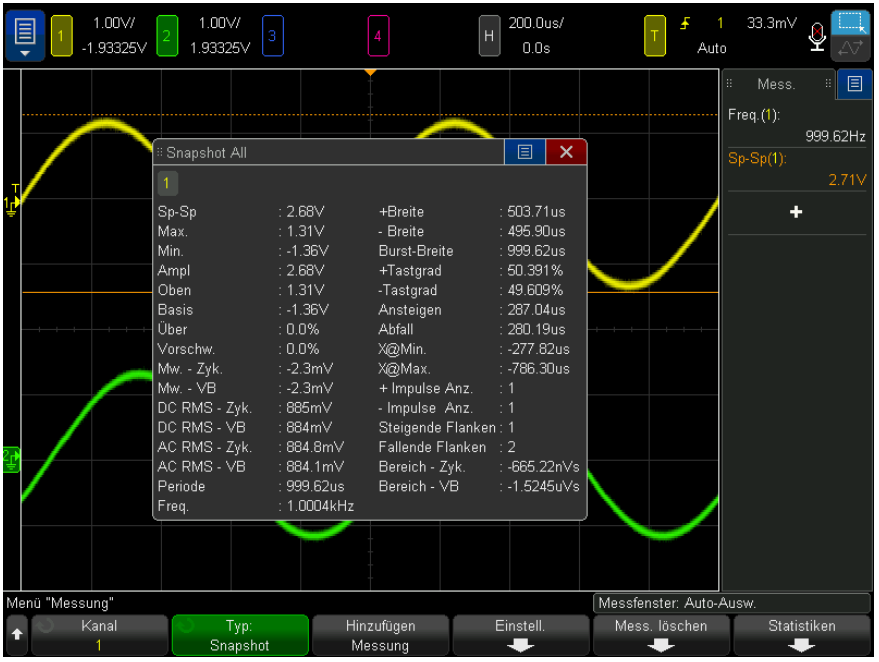


Abbildung 46 Messungen an batteriebetriebenen Geräten mit Tastkopf N2820A

Snapshot

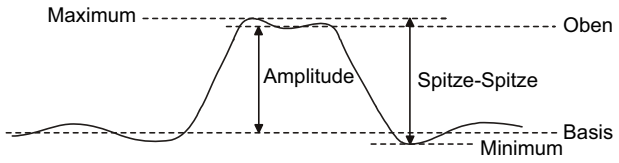
Der Messungstyp Snapshot zeigt ein Popup-Fenster mit der Momentaufnahme aller einzelnen Wellenformmessungen auf.



Außerdem können Sie die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** zur Anzeige des Snapshot-Popup-Fensters konfigurieren. Siehe "Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

Spannungsmessungen

Die folgende Abbildung zeigt die Referenzpunkte für Spannungsmessungen.



Mit dem Softkey **Messsondeneinh.** können die Messeinheiten der Eingangskanäle auf Volt oder Amp eingestellt werden. Siehe hierzu "So legen Sie die Kanaleinheiten fest" auf Seite 94.

Die Einheiten der math. Wellenformen werden unter "Einheiten für Math. Wellenformen" auf Seite 102 beschrieben.

- "Spitze-Spitze" auf Seite 271
- "Maximum" auf Seite 271
- "Minimum" auf Seite 272
- "Amplitude" auf Seite 272
- "Dach" auf Seite 272
- "Basis" auf Seite 273
- "Überschwingen" auf Seite 273
- "Vorschwingen" auf Seite 275
- "Mittelung" auf Seite 275
- "DC RMS" auf Seite 276
- "AC RMS" auf Seite 276
- "Verhältnis" auf Seite 278

Spitze-Spitze

Der Spitze-Spitze-Wert ist die Differenz zwischen den Maximum- und Minimum-Werten. Die Y-Cursor zeigen die gemessenen Werte an.

Maximum

Das Maximum ist der größte angezeigte Amplitudenwert. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Minimum

Das Minimum ist der kleinste angezeigte Amplitudenwert. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Amplitude

Die Amplitude eines Signals ist der Unterschied zwischen den Werten „Top" und „Base". Die Y-Cursor zeigen die gemessenen Werte an.

Dach

Das Dach eines Signals ist die Betriebsart (häufigster Wert) des oberen Signalteils. Falls die Betriebsart nicht eindeutig definiert ist, wird das Dach gleich dem Maximum gesetzt. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Siehe auch

- "So isolieren Sie einen Impuls für eine Dachmessung" auf Seite 272

So isolieren Sie einen Impuls für eine Dachmessung

Die folgende Abbildung verdeutlicht, wie Sie mithilfe des Zoom-Modus einen Impuls für eine **Dach**-Messung isolieren können.

Sie müssen möglicherweise die Einstellung des Messungsfensters ändern, sodass die Messung im unteren Zoom-Fenster durchgeführt wird. Siehe "Messungsfenster" auf Seite 291.

Abbildung 47 Isolationsbereich für Dachmessung („Top")

Basis

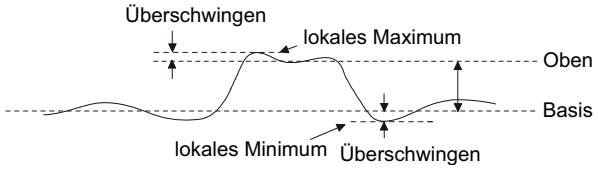
Der Boden eines Signals ist die Betriebsart (häufigster Wert) des unteren Signalteils. Falls die Betriebsart nicht eindeutig definiert ist, wird der Boden gleich dem Minimum gesetzt. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Überschwingen

Überschwingen ist eine Verzerrung der Signalform unmittelbar nach einer größeren Flanke. Das Überschwingen wird in Prozent der Amplitude gemessen. Die X-Cursor zeigen an, welche Flanke (nämlich die dem Trigger-Referenzpunkt nächstgelegene) gemessen wird.

$$\text{Rising edge overshoot} = \frac{\text{local Maximum} - \text{D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

$$\text{Falling edge overshoot} = \frac{\text{Base} - \text{D local Minimum}}{\text{Amplitude}} \times 100$$



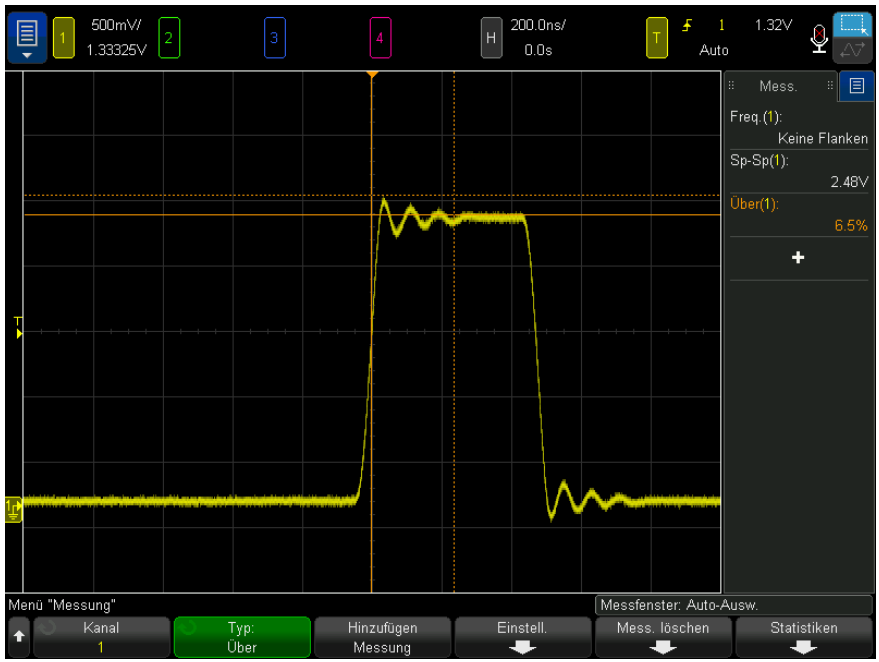


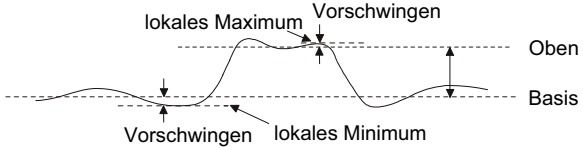
Abbildung 48 Automatische Messung des Überschwingens

Vorschwingen

Vorschwingen ist eine Verzerrung der Signalform unmittelbar vor einer größeren Flanke. Das Vorschwingen wird in Prozent der Amplitude gemessen. Die X-Cursor zeigen an, welche Flanke (nämlich die dem Trigger-Referenzpunkt nächstgelegene) gemessen wird.

$$\text{Rising edge preshoot} = \frac{\text{local Maximum} - \text{D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

$$\text{Falling edge preshoot} = \frac{\text{Base} - \text{D local Minimum}}{\text{Amplitude}} \times 100$$



Mittelung

Der Mittelwert ist der Quotient aus der Summe der Abtastwerte und der Anzahl der Abtastwerte.

$$Average = \frac{\sum x_i}{n}$$

Hierbei ist x_i = Wert am *i*ten gemessenen Punkt, n = Anzahl der Punkte im Messintervall.

Die Vollbild-Messintervallabweichung misst den Wert an allen angezeigten Datenpunkten.

Die N-Zyklen-Messintervallabweichung misst den Wert über eine oder mehrere vollständige Perioden des angezeigten Signals. Wenn weniger als drei Flanken vorhanden sind, zeigt die Messung „keine Flanken" an.

Die X-Cursor zeigen an, welcher Teil des Signals gemessen wird.

DC RMS

DC RMS ist der quadratische Mittelwert der Wellenform über eine oder mehrere vollständige Perioden.

$$\text{RMS (dc)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{n}}$$

Hierbei ist x_i = Wert am *i*ten gemessenen Punkt, n = Anzahl der Punkte im Messintervall.

Die Vollbild-Messintervallabweichung misst den Wert an allen angezeigten Datenpunkten.

Die N-Zyklen-Messintervallabweichung misst den Wert über eine oder mehrere vollständige Perioden des angezeigten Signals. Wenn weniger als drei Flanken vorhanden sind, zeigt die Messung „keine Flanken" an.

Die X-Cursor zeigen das Intervall der gemessenen Wellenform an.

AC RMS

AC RMS ist der quadratische Mittelwert der Wellenform, wobei die DC-Komponente entfernt ist. Dies ist z. B. hilfreich zur Messung von Netzteilgeräuschen.

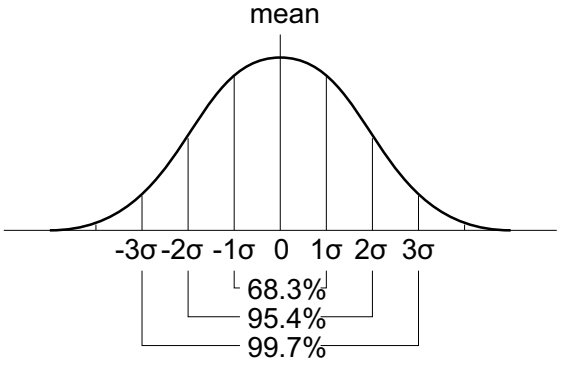
Die N-Zyklen-Messintervallabweichung misst den Wert über eine oder mehrere vollständige Perioden des angezeigten Signals. Wenn weniger als drei Flanken vorhanden sind, zeigt die Messung „keine Flanken" an.

Die X-Cursor zeigen das Intervall der gemessenen Wellenform an.

Die Vollbild (Standardabweichung)-Messintervallabweichung ist eine den gesamten Bildschirm beanspruchende RMS-Messung, wobei die DC-Komponente entfernt ist. Sie zeigt die Standardabweichung der angezeigten Spannungswerte.

Die Standardabweichung einer Messung ist der vom Durchschnitt abweichende Wert. Der Durchschnittswert einer Messung ist der statistische Mittelwert der Messung.

Die folgende Abbildung zeigt sowohl die Durchschnitts- als auch die Standardabweichung. Die Standardabweichung wird durch den griechischen Buchstaben Sigma dargestellt: σ. Bei einer Gauß-Verteilung, zwei Sigma (± 1σ) vom Durchschnitt, sind 68,3% der Messergebnisse resident. Bei sechs Sigma (± 3σ) sind 99,7% der Messergebnisse resident.



Der Mittelwert wird wie folgt berechnet:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$$

wenn:

- x = Mittelwert
- N = Anzahl der durchgeführten Messungen
- x_i = das i-te Messergebnis

Die Standardabweichung ist wie folgt definiert:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \overline{x})^2}{N}}$$

wenn:

- σ = die Standardabweichung

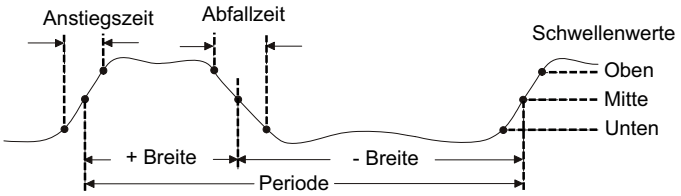
- N = Anzahl der durchgeführten Messungen
- x_i = das i-te Messergebnis
- x = Mittelwert

Verhältnis

Die Messung des Verhältnisses zeigt das Verhältnis der AC RMS-Spannungen von zwei Quellen in dB an. Drücken Sie den Softkey **Einstellungen**, um die Quellenkanäle für die Messung auszuwählen.

Zeitmessungen

Die folgende Abbildung zeigt die Referenzpunkte für Zeitmessungen.



Die oberen, mittleren und unteren Schwellenwerte für die Messung betragen 10%, 50% und 90% zwischen den Werten für Top und Base. Weitere Prozentangaben für Schwellenwerte und Informationen über die Einstellung von absoluten Schwellenwerten finden Sie unter "Messungsschwellenwerte" auf Seite 289.

- "Periode" auf Seite 279
- "Frequenz" auf Seite 279
- "Zähler" auf Seite 280
- "+ Breite" auf Seite 281
- "– Breite" auf Seite 281
- "Burst-Breite" auf Seite 281
- "Tastgrad" auf Seite 282
- "Bitrate" auf Seite 282
- "Anstiegszeit" auf Seite 282

- "Abfallzeit" auf Seite 282
- "Verzögerung" auf Seite 282
- "Phase" auf Seite 284
- "X bei Min. Y" auf Seite 286
- "X bei Max. Y" auf Seite 286

Periode

Periode ist die Zeit, die eine vollständige Schwingung beansprucht. Gemessen wird die Zeitspanne zwischen den auf halber Schwellenwerthöhe liegenden Punkten zweier aufeinanderfolgender Flanken gleicher Polarität. Im Fall, dass sich die mittleren Schwellenwerte kreuzen, müssen diese die unteren und oberen Schwellenwertpegel durchlaufen. Dadurch werden niedrige Impulse entfernt. Die X-Cursor zeigen an, welcher Abschnitt des Signals gemessen wird. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

Frequenz

Die Frequenz ist als 1/Periode (Kehrwert) definiert. Die Periode ist das Zeitintervall zwischen dem Schnittpunkt von zwei aufeinander folgenden mittleren Schwellenwerten, beispielsweise Polaritätsflanken. Im Fall, dass sich die mittleren Schwellenwerte kreuzen, müssen diese die unteren und oberen Schwellenwertpegel durchlaufen. Dadurch werden niedrige Impulse entfernt. Die X-Cursor zeigen an, welcher Abschnitt des Signals gemessen wird. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

Siehe auch

- "Puls für eine Frequenzmessung isolieren" auf Seite 279

Puls für eine Frequenzmessung isolieren

Die folgende Abbildung verdeutlicht, wie Sie ein Ereignis mithilfe des Zoom-Modus für eine Frequenzmessung isolieren können.

Sie müssen möglicherweise die Einstellung des Messungsfensters ändern, sodass die Messung im unteren Zoom-Fenster durchgeführt wird. Siehe "Messungsfenster" auf Seite 291.

Bei einer abgeschnittenen Wellenform kann die Messung u. U. nicht ausgeführt werden.

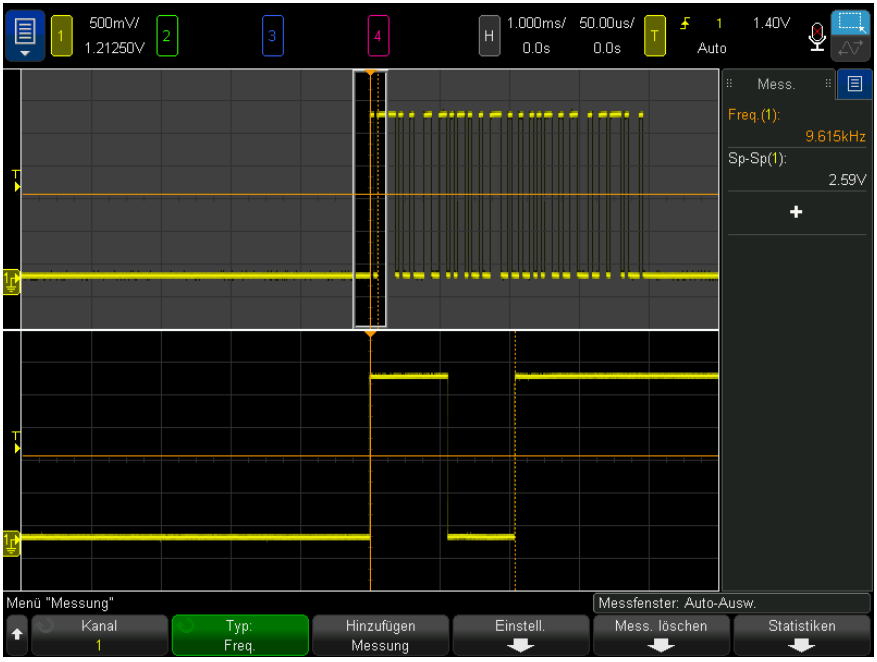


Abbildung 49 Isolieren eines Ereignisses zur Frequenzmessung

Zähler

Die Oszilloskope der InfiniiVision 6000 X-Serie haben einen integrierten Hardware-Frequenzzähler. Er zählt die Anzahl der Zyklen, die innerhalb einer Zeitspanne (die so genannte Messzeit) auftreten, um die Signalfrequenz zu messen.

Die Gate-Zeit ist der horizontale Bereich des Oszilloskops, der jedoch auf >= 0,1 s und <= 10 s begrenzt ist. Im Unterschied zu anderen Messungen versieht das Zoom-Fenster für die horizontale Zeitbasis die Zählermessung nicht mit einem Zeittor.

Die Zählermessung kann Frequenzen bis bis 1 GHz (1,2 GHz typisch) messen. Die niedrigste Frequenz, die unterstützt wird, ist 2.0 / Gate-Zeit.

Der Hardware-Zähler verwendet den Ausgang des Triggerkomparators. Daher muss der Triggerpegel (bzw. Schwellenwert für digitale Kanäle) für den zu erfassenden Kanal korrekt eingestellt werden. Der Y-Cursor markiert den Schwellenwert, der für die Messung verwendet wird.

Analoge und digitale Kanäle können als Datenquelle ausgewählt werden.

Es kann immer nur eine Zählermessung angezeigt werden.

Dieser Zähler ist anders als die, die mit dem DVM kommt (siehe "Zähler" auf Seite 340).

+ Breite

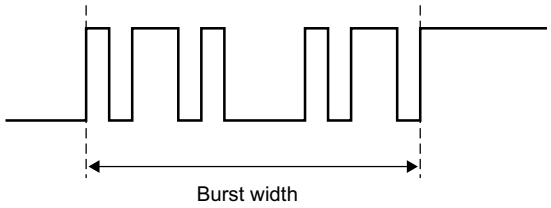
+ Breite ist die Zeit vom mittleren Schwellenwert einer steigenden Flanke bis zum mittleren Schwellenwert der nächsten fallenden Flanke. Die X-Cursor zeigen den gemessenen Impuls an. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

– Breite

-- Breite, die negative Impulsbreite, ist das Zeitintervall zwischen dem auf halber Schwellenwerthöhe liegenden Punkt der negativen Flanke und dem auf halber Schwellenwerthöhe liegenden Punkt der nachfolgenden positiven Flanke.. Die X-Cursor zeigen den gemessenen Impuls an. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

Burst-Breite

Bei der Messung der Burst-Breite wird die Zeit von der ersten Flanke bis zur letzten Flanke auf dem Bildschirm gemessen.



Tastgrad

Das Tastgrad eines repetitiven Impulszuges ist das prozentuale Verhältnis der Impulsbreite zur Periode. Die X-Cursor markieren die gemessene Periode. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

$$+\text{Duty cycle} = \frac{+\text{Width}}{\text{Period}} \times 100 \qquad -\text{Duty cycle} = \frac{-\text{Width}}{\text{Period}} \times 100$$

Bitrate

Die Bitraten-Messung misst alle positiven und negativen Pulsmodulationsbreiten am Signal. Dabei wird der Mindestwert eines Breitentyps festgestellt, um diese Mindestbreite anschließend zu invertieren und einen Wert in Hertz zu erhalten.

Anstiegszeit

Die Anstiegszeit ist das Zeitintervall zwischen dem unteren und dem oberen Schwellenwert einer positiven Flanke. Die X-Cursor zeigen die gemessene Flanke an. Zur Optimierung der Messgenauigkeit muss die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung so gewählt werden, dass die gesamte steigende Flanke der Wellenform auf dem Bildschirm angezeigt wird. Die Y-Cursor zeigen die unteren und oberen Schwellenwerte an.

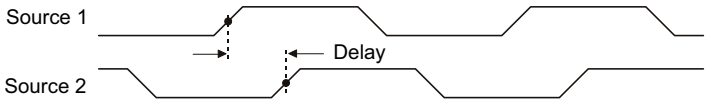
Abfallzeit

Die Abfallzeit eines Signals ist das Zeitintervall zwischen dem oberen und dem unteren Schwellenwert einer negativen Flanke. Die X-Cursor zeigen die gemessene Flanke an. Zur Optimierung der Messgenauigkeit muss die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung so gewählt werden, dass die gesamte fallende Flanke der Wellenform auf dem Bildschirm angezeigt wird. Die Y-Cursor zeigen die unteren und oberen Schwellenwerte an.

Verzögerung

Die Verzögerung misst den Zeitunterschied zwischen der angegebenen Flanke von Kanal 1, die dem Bildschirmmittelpunkt am nächsten ist, sowie der nächsten angegebenen Flanke von Kanal 2 unter Verwendung der mittleren Schwellenwert-Punkte auf den Wellenformen.

Eine negative Verzögerung zeigt, dass die ausgewählte Flanke von Kanal 1 sich nach der ausgewählten Flanke von Kanal 2 ereignete.

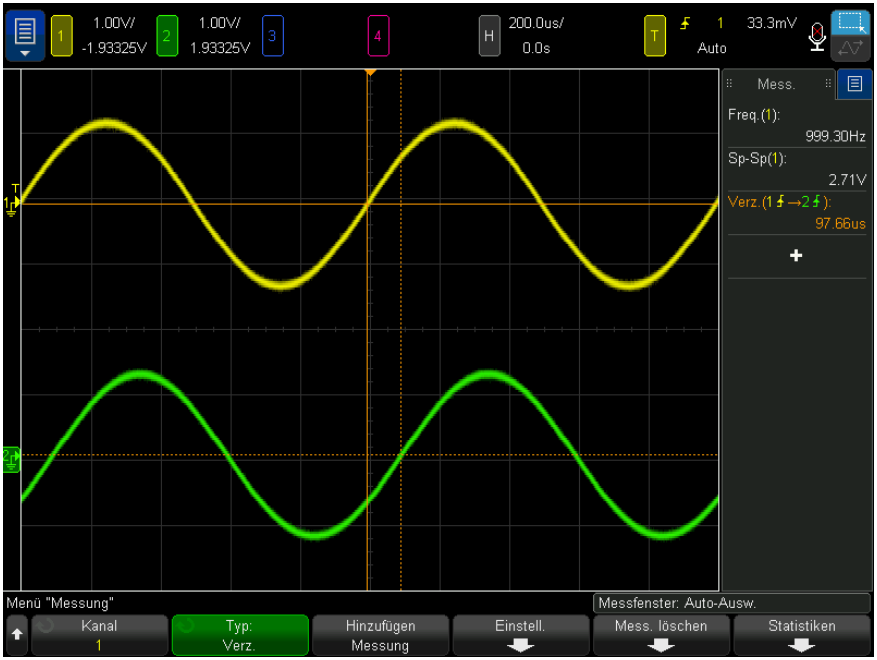


1. Drücken Sie zum Aufruf des Menüs Messungen die Taste **[Meas] Mess.**.
2. Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl der ersten analogen Kanalquelle.
3. Drücken Sie den Softkey **Typ:** anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf, um **Delay** auszuwählen.
4. Drücken Sie den Softkey **Einstell.**, um die zweite analoge Kanalquelle und die Steigung für die Verzögerungsmessung auszuwählen.

   Bei der Standardeinstellung Delay wird von der steigenden Flanke von Kanal 1 bis zur steigenden Flanke von Kanal 2 gemessen.

5. Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum Menü Messungen zurückzukehren.
6. Drücken Sie den Softkey **Hinzufügen Messung**, um die Messung auszuführen.

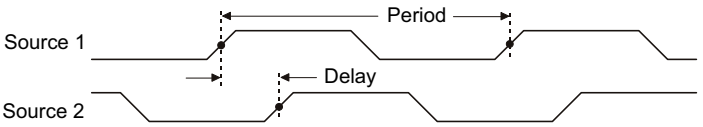
Das folgende Beispiel zeigt eine Verzögerungsmessung zwischen der steigenden Flanke von Kanal 1 und der steigenden Flanke von Kanal 2.



Phase

Die Phase entspricht der errechneten Phasenverschiebung in Grad von Datenquelle 1 zu Datenquelle 2. Eine negative Phasenverschiebung weist darauf hin, dass die ansteigende Flanke von Signalquelle 1 zeitlich nach der ansteigenden Flanke von Signalquelle 2 auftrat.

$$\text{Phase} = \frac{\text{Delay}}{\text{Source 1 Period}} \times 360$$



1 Drücken Sie zum Aufruf des Menüs Messungen die Taste **[Meas]** Mess..

2 Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl der ersten analogen Kanalquelle.

3 Drücken Sie den Softkey **Typ:** anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf, um **Delay** auszuwählen.

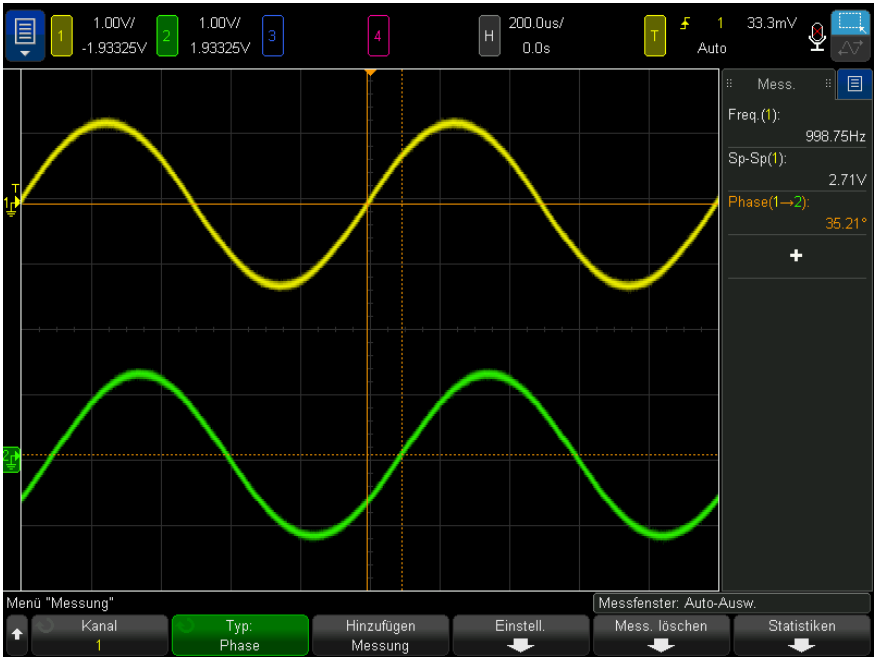
4 Drücken Sie den Softkey **Einstellungen**, um die zweite analoge Kanalquelle für die Phasenmessung auszuwählen.

   Bei der Standardeinstellung wird von Kanal 1 zu Kanal 2 gemessen.

5 Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum Menü Messungen zurückzukehren.

6 Drücken Sie den Softkey **Hinzufügen Messung**, um die Messung auszuführen.

Das folgende Beispiel zeigt eine Phasenmessung zwischen Kanal 1 und der mathematischen Funktion d/dt bei Kanal 1.



X bei Min. Y

X bei Min. Y ist definiert als der X-Wert (normalerweise Zeit) beim ersten Vorkommen der Wellenform Minimum, beginnend links im Display. Bei periodischen Signalen kann sich die Position des lokalen Minimums im Verlauf des Signals ändern. Der X-Cursor zeigt an, wo der aktuelle Wert X bei Min. Y gemessen wird.

X bei Max. Y

X bei Max. Y ist definiert als der X-Wert (in der Regel Zeit) beim ersten angezeigten Vorkommen des Wellenformmaximums, von der linken Bildschirmseite gesehen. Bei periodischen Signalen kann sich die Position des lokalen Maximums im Verlauf des Signals ändern. Der X-Cursor zeigt an, wo der aktuelle Wert für X bei Max. Y gemessen wird.

Siehe auch
- "So messen Sie die FFT-Spitze" auf Seite 286

So messen Sie die FFT-Spitze

1. Wählen Sie im Menü Wellenform Math. als Operator **FFT** aus.
2. Im Menü Messungen **Math N** als Quelle auswählen.
3. Wählen Sie die Messungen **Maximum** und **X bei Max. Y**.

Maximum-Einheiten werden in dB und die Einheiten für **X bei Max. Y** für FFT in Hertz angezeigt.

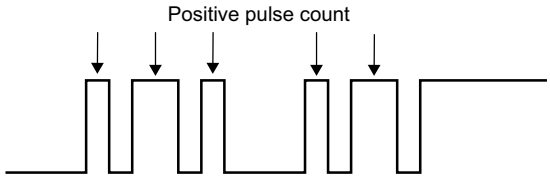
Siehe auch
- "Suche nach FFT-Spitzen" auf Seite 113

Zählermessungen

- "Anzahl positive Impulse" auf Seite 287
- "Anzahl negative Impulse" auf Seite 287
- "Anzahl steigende Flanken" auf Seite 287
- "Anzahl fallende Flanken" auf Seite 288

Anzahl positive Impulse

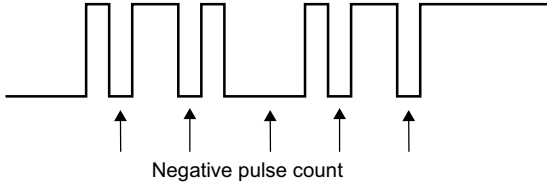
Die Messung **Anzahl positive Impulse** ist ein Impulszähler für die gewählte Wellenformquelle.



Diese Messung ist für analoge Kanäle verfügbar.

Anzahl negative Impulse

Die Messung **Anzahl negative Impulse** ist ein Impulszähler für die gewählte Wellenformquelle.



Diese Messung ist für analoge Kanäle verfügbar.

Anzahl steigende Flanken

Die Messung **Anzahl steigende Flanken** ist eine Flankenzahl für die gewählte Wellenformquelle.

Diese Messung ist für analoge Kanäle verfügbar.

Anzahl fallende Flanken

Die Messung **Anz. fallende Flanken** ist ein Flankenzähler für die gewählte Wellenformquelle.

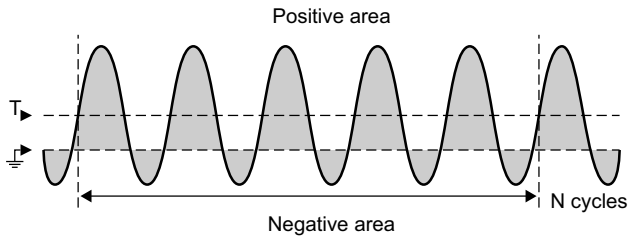
Diese Messung ist für analoge Kanäle verfügbar.

Gemischte Messungen

- "Bereich" auf Seite 288

Bereich

Die Bereichsmessung betrifft den Bereich zwischen der Wellenform und der Null-Linie. Der Bereich unter der Null-Linie wird vom Bereich über der Null-Linie subtrahiert.



Die Vollbild-Messintervallabweichung misst den Wert an allen angezeigten Datenpunkten.

Die N-Zyklen-Messintervallabweichung misst den Wert über eine oder mehrere vollständige Perioden des angezeigten Signals. Wenn weniger als drei Flanken vorhanden sind, zeigt die Messung „keine Flanken" an.

Die X-Cursor zeigen an, welcher Teil des Signals gemessen wird.

Messungsschwellenwerte

Das Festlegen von Schwellenwerten für die Messung bestimmt, an welchen vertikalen Pegeln eines analogen Kanals oder einer mathematischen Wellenform Messungen durchgeführt werden.

HINWEIS

Das Ändern von Standardschwellenwerten kann zu veränderten Messergebnissen führen

Die oberen, mittleren und unteren Schwellenwerte betragen 10%, 50% und 90% der Werte zwischen „Top" und „Base" . Eine Änderung der Standardwerte für Schwellenwertdefinitionen kann dazu führen, dass die Messergebnisse für Mittelwert, Verzögerung, Tastgrad, Abfallzeit, Frequenz, Überschwingen, Periode, Phase, Vorschwingen, Anstiegszeit, + Breite und - Breite geändert werden.

1 Drücken Sie im Menü Messungen den Softkey **Einstell.** und dann den Softkey **Schwellenwerte**, um Schwellenwerte für analoge Kanalmessungen festzulegen.

   Sie können das Menü Me**ssungsgrenzwert auch öffnen, indem Sie [Analyze] Analyse > Merkmale** drücken und **Schwellenwerte für Messungen** auswählen.

2 Mit dem Softkey **Quelle** kann die Datenquelle des analogen Kanals oder der mathematischen Wellenform ausgewählt werden, für die die Schwellenwerte der Messung geändert werden sollen.

   Jedem Analogkanal und jeder mathematischen Wellenform können individuelle Schwellenwerte zugewiesen werden.

3 Drücken Sie den Softkey **Typ**, um den Schwellenwert für die Messung auf **%** (Prozentsatz des Wertes für Spitze und Basis) oder auf **Absolut** (absoluter Wert) einzustellen.

   - Der Prozentsatz für Schwellenwerte kann zwischen 0% und 100% eingestellt werden.
   - Die Einheiten für einen absoluten Schwellenwert der Kanäle werden in den Tastkopf-Menüs eingestellt.

TIPP

Über absolute Schwellenwerte

- Absolute Schwellenwertangaben sind abhängig von der Kanalskalierung, vom Tastkopf-Spannungsteilerverhältnis und den Tastkopfeinheiten. Legen Sie Letztere stets vor den absoluten Schwellenwerten fest.
- Minimale und maximale Schwellenwerte sind auf Bildschirmwerte begrenzt.
- Liegen absolute Schwellenwerte über oder unter dem Minimum bzw. Maximum der Wellenformkurve, wird die Messung möglicherweise ungültig.

4 Drücken Sie den Softkey **Niedrig** und legen Sie mit dem Eingabedrehknopf den unteren Schwellenwert für die Messung fest.

Bei Erhöhung des unteren Werts auf einen Wert oberhalb des festgesetzten mittleren Werts wird der mittlere Wert automatisch so weit angehoben, dass er wiederum über dem unteren Wert liegt. Der untere Standardschwellenwert entspricht 10% oder 800 mV.

Wenn der Schwellenwert **Type** auf **%** eingestellt ist, kann der untere Schwellenwert zwischen 0% und 98% festgelegt werden.

5 Drücken Sie den Softkey **Mitte** und legen Sie mit dem Eingabedrehknopf den mittleren Schwellenwert für die Messung fest.

Die Höhe des mittleren Werts ist durch die unteren und oberen Schwellenwerte festgelegt. Der mittlere Standardschwellenwert liegt bei 50% oder 1,20 V.

- Wenn der Schwellenwert **Type** auf **%** eingestellt ist, kann der mittlere Schwellenwert zwischen 1% und 99% festgelegt werden.

6 Drücken Sie den Softkey **Oben** und legen Sie mit dem Eingabedrehknopf den oberen Schwellenwert für die Messung fest.

Bei Verkleinerung des oberen Werts auf einen Wert unterhalb des festgesetzten mittleren Werts wird der mittlere Wert automatisch so weit abgesenkt, dass er wiederum unter dem oberen Wert liegt. Der obere Standardschwellenwert liegt bei 90% oder 1,50 V.

- Wenn der Schwellenwert **Type** auf **%** eingestellt ist, kann der obere Schwellenwert zwischen 2% und 100% festgelegt werden.

Messungsfenster

Sie können wählen, ob die Messungen im Hauptfenster des Displays, im Zoom-Fensterbereich des Displays (wenn die gezoomte Zeitbasis angezeigt wird) oder torgesteuert durch die X1 und X2-Cursor erfolgen.

1 Drücken Sie die Taste **[Meas] Mess.**.

2 Drücken Sie im Menü Messungen den Softkey **Einstell.**.

3 Drücken Sie im Menü Messeinstellungen den Softkey **Messfenster**; drehen Sie dann den Eingabedrehknopf zur Auswahl unter:

- **Auto-Ausw.** – Wird die gezoomte Zeitbasis angezeigt, wird versucht, die Messung im unteren Zoomfenster vorzunehmen, kann sie dort nicht erfolgen oder wird die gezoomte Zeitbasis nicht angezeigt, wird das Hauptfenster verwendet.
- **Primär** – das Messungsfenster ist das obere Fenster, Hauptfenster.
- **Zoom** – das Messungsfenster ist das untere Fenster, Zoom-Fenster.
- **Torgesteuert durch Cursor** – Das Messfenster befindet sich zwischen dem X1 und X2 Cursor. Wird die gezoomte Zeitbasis angezeigt, werden die Cursor X1 und X2 im Zoom-Fensterbereich des Displays verwendet.

Messungsstatistiken

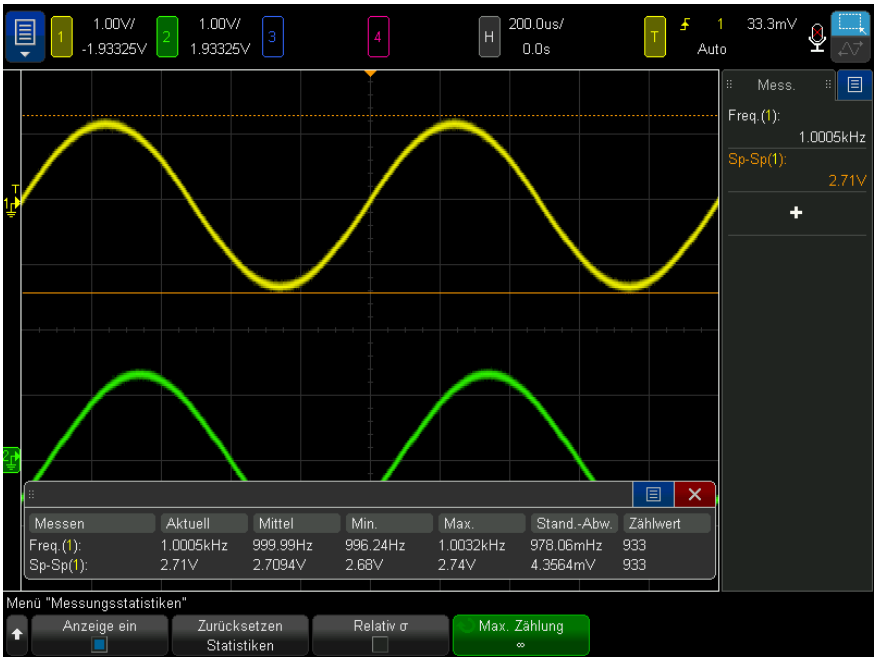
So zeigen Sie Messungsstatistiken an:

1 Drücken Sie zum Aufruf des Menüs „Messung" die Taste [Meas] Messen. Standardmäßig werden Statistiken und Spitze-Spitze-Spannung auf Kanal 1 gemessen.

2 Wählen Sie die gewünschten Messungen für die Kanäle aus, die Sie verwenden (siehe “Messungen - Zusammenfassung" auf Seite 266).

3 Drücken Sie im Menü Messungen den Softkey **Statistiken** zum Aufruf des Menüs Statistiken.

4 Drücken Sie den Softkey **Anzeige ein**, um die Statistikanzeige für die Messungen zu aktivieren.



Der Quellkanal der Messung wird in Klammern hinter dem Messungsnamen angegeben. Zum Beispiel: "**Freq. (1)** zeigt eine Frequenzmessung auf Kanal 1 an.

Folgende Statistiken werden angezeigt: Name der Messung, aktuell gemessener Wert, Mittel, minimaler gemessener Wert, maximaler gemessener Wert, Standardabweichung und Häufigkeit der Messung (Anzahl). Statistiken basieren auf der Summe erfasster Wellenformen (Anzahl).

Die in den Statistiken angezeigte Standardabweichung wird mithilfe derselben Formel berechnet, die zur Berechnung der Standardabweichungsmessung verwendet wird. Die Formel wird im Abschnitt "AC RMS" auf Seite 276 vorgestellt.

Sie können den Softkey **Anzeige ein** erneut drücken, um die Anzeige der Messungsstatistiken zu deaktivieren. Statistische Daten werden auch dann weiter gesammelt, wenn die Anzeige der Statistiken ausgeschaltet ist.

5 Zum Zurücksetzen der Statistikmessungen den Softkey **Zurücksetzen Statistiken** drücken. Hiermit werden alle Statistiken zurückgesetzt und die Aufzeichnung statistischer Daten beginnt von neuem.

   Bei jedem Hinzufügen einer neuen Messung (Beispiel: Frequenz, Periode oder Amplitude) werden die Statistiken zurückgesetzt und die Sammlung statistischer Daten beginnt von neuem.

6 Zur Aktivierung einer relativen Standardabweichung drücken Sie den Softkey **Relativ σ**.

   Wenn dies aktiviert ist, dann wird die in den Messstatistiken angezeigte Standardabweichung eine relative Standardabweichung, d.h., Standardabweichung/Mittel.

7 Um die Anzahl der Werte anzugeben, die bei der Berechnung der Messstatistiken verwendet werden, drücken Sie den Softkey **Max. Zählung** und geben den gewünschten Wert ein.

Weitere Fakten über die Messstatistiken:

- Bei Drücken der Taste **[Single] Einzeln** werden die Statistiken zurückgesetzt und eine einzelne Messung durchgeführt (Anzahl = 1). Aufeinanderfolgende **[Single] Einzeln**-Erfassungen bilden statistische Daten (und die Anzahl wird inkrementiert).
- **Der Softkey** Inkrementieren, Statistiken wird nur angezeigt, wenn die Erfassung gestoppt und das optionale Merkmal „segmentierbarer Speicher" ausgeschaltet wird. Drücken Sie die Taste **[Single] Einzeln** oder **[Run/Stop] Start/Stopp**, um die Erfassung zu stoppen. Horizontalposition-Steuerungen (im Steuerabschnitt Horizontal des vorderen Bedienfelds) verwenden, um über die Wellenform zu schwenken. Aktive Messungen bleiben auf dem Bildschirm, damit verschiedene Aspekte der erfassten Wellenform gemessen werden können. Drücken Sie **Inkrement Statistiken**, um die aktuell gemessene Wellenform den gesammelten Statistikdaten hinzuzufügen.
- Der **Softkey** Analyse Segmente wird nur angezeigt, wenn die Erfassung gestoppt wurde und das optionale Merkmal „segmentierbarer Speicher" aktiviert ist. Nach Abschluss der Erfassung (und Stopp des Oszilloskops) können Sie den Softkey **Analyse Segmente** zum Sammeln von Messstatistiken für die erfassten Segmente drücken.

  Sie können auch die unbegrenzte Nachleuchtdauer (im Menü Anzeige) aktivieren und den Softkey **Analyse Segmente** drücken, um die Anzeige mit unbegrenzter Nachleuchtdauer zu aktivieren.

Präzisionsmessungen und math. Wellenformen

Normalerweise führt das Oszilloskop, nachdem **[Default Setup] Standard-Setup** gedrückt wurde, Messungen durch und erzeugt mathematische Wellenformen mithilfe eines (maximal) 65535-Punkt-Messungsdatensatzes. Dieser Messungsdatensatz ist absichtlich klein, um hohe Wellenform-Aktualisierungsraten und minimale "Totzeit" zwischen den Erfassungen zu ermöglichen und so die Möglichkeit der Erfassung sporadischer Ereignisse zu erhöhen.

Sie können jedoch auf Kosten der Wellenform-Aktualisierungsrate Präzisionsmessungen und mathematische Wellenformen aktivieren, von denen ein vom Benutzer wählbarer 100k-Punkt- bis 1M-Punkt- (maximal) Datensatz verwendet wird. Dieser Modus erlaubt Ihnen eine bessere Auflösung bei Messungen und mathematischen Wellenformen (einschließlich FFT).

Zur Aktivierung von Präzisionsmessungen und mathematischen Wellenformen:

1. Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.
2. Drücken Sie **Funktionen**; wählen Sie dann **Präzision**.
3. Drücken Sie **Funktionen** erneut, um Präzisionsmessungen und mathematische Wellenformen zu aktivieren.
4. Drücken Sie den Softkey **Aufz. länge** und drehen Sie den Eingabedrehknopf (oder drücken Sie den Softkey erneut, um einen Tastatureingabedialog zu erhalten), um die Länge des Präzisionsanalyse-Datensatzes festzulegen.

   Zwischen 100k und 1M Punkte können angegeben werden.

Präzisionsmessungen und mathematische Wellenformen werden auf dieselbe Weise deaktiviert, oder Sie können Sie durch Drücken der Taste **[Default Setup] Standard-Setup** deaktivieren.

15 Histogramm

Wellenform-Histogrammkonfiguration / 297
Einrichten von Histogrammen für Messungen / 300
Histogramm-Datengrafik / 301
Histogramm-Datenstatistiken / 302

Die Histogramm-Analysefunktion ermöglicht die Nutzung einer statistischen Ansicht einer Wellenform oder von Messergebnissen.

Wellenformhistogramme zeigen, wie häufig eine Wellenform eine Zeile oder Spalte eines benutzerdefinierten Fensters durchkreuzt (oder auf sie trifft). Bei vertikalen Histogrammen ist das Fenster in Zeilen eingeteilt. Bei horizontalen Histogrammen ist das Fenster in Spalten eingeteilt.

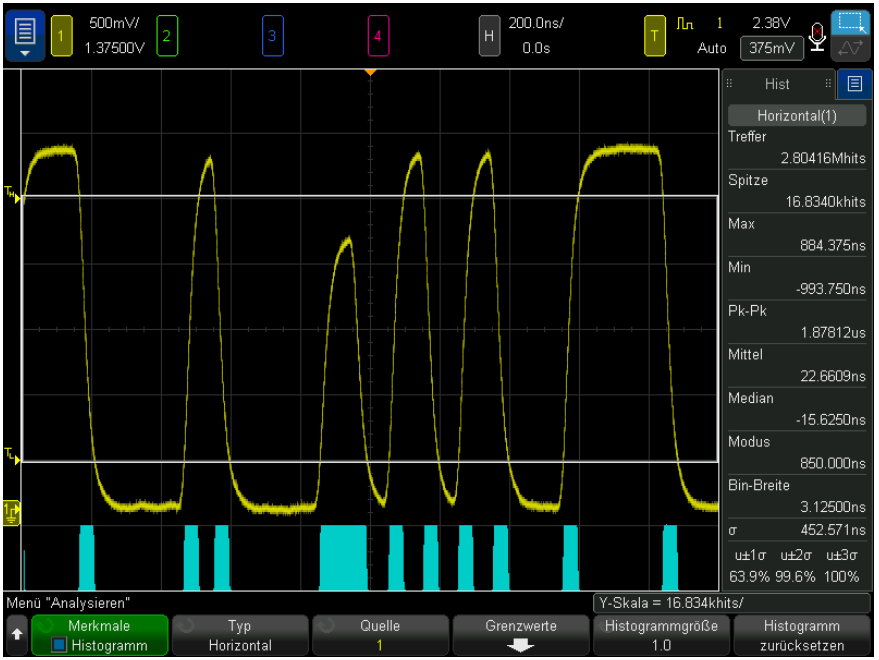
Messwerthistogramme zeigen die Verteilung der Ergebnisse einer Messung ähnlich zu gewöhnlichen Messstatistiken.

Während Wellenformen gemessen und angezeigt werden oder Messungen erfolgen, sammelt eine Zählerdatenbank die Gesamtzahl an Treffern (oder Messungen), und die Histogrammdaten werden als Balkendiagramm im Raster angezeigt.

Wird das Oszilloskop angehalten, bleibt die Zählerdatenbank erhalten, bis die Anzeige der erfassten Daten geändert wird, in der Regel horizontal oder vertikal. Zu diesem Zeitpunkt wird die Datenbank zurückgesetzt und die zuletzt angezeigte Erfassung wird verwendet, um eine neue Datenbank zu starten.

Histogramm-Ergebnisstatistiken werden in einem Histogrammdialogfeld in der Seitenleiste angezeigt.

Der folgende Bildschirm zeigt ein horizontales Histogramm, mit dem Flankenzeiten untersucht werden:



Histogramm-Interaktion mit anderen Oszilloskop-Funktionen

Wenn Sie ein Histogramm aktivieren, werden der horizontale Zoom, XY Zeitmodus, oder Zeitmodus Rollen automatisch deaktiviert.

Bei Erfassungen mit segmentiertem Speicher verhalten sich Histogramme ähnlich zu mathematischen Wellenformen und Messungen. Das Histogramm wird zu Beginn der segmentierten Erfassung zurückgesetzt, und alle Segmente werden am Ende der Erfassung als Histogramme dargestellt.

Da es nicht möglich ist, jede Wellenform als Histogramm darzustellen, sollten Sie wissen, dass die Nachleuchtfunktion eine Spitze oder einen Störimpuls zeigen kann, die in den Histogrammdaten nicht auftreten.

Histogramme warten nicht, bis die angegebene Anzahl gemittelter Erfassungen vor dem Analysestart erfasst wurde, die vorläufigen Ergebnisse können also fehlerhaft sein.

Wellenform-Histogrammkonfiguration

So konfigurieren Sie ein Wellenformhistogramm:

1 Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.

2 Drücken Sie **Funktionen**; anschließend wählen Sie **Histogramm**.

3 Drücken Sie **Funktionen** erneut, um das Histogramm zu aktivieren.

4 Drücken Sie den Softkey **Typ** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um Folgendes auszuwählen:

- **Horizontal** – Das Grenzwerte-Fenster ist in Spalten eingeteilt, und die Anzahl der Treffer in jeder Spalte wird in einer Histogrammgrafik unten im Raster dargestellt.
- **Vertikal** – Das Grenzwerte-Fenster ist in Zeilen eingeteilt, und die Anzahl der Treffer in jeder Zeile wird in einer Histogrammgrafik links im Raster dargestellt.

5 Drücken Sie den Softkey **Quelle** , um den Analogkanal, die aktive mathematische Funktion, Referenzwellenform oder Farbkorrekturanalyse für die Analyse auszuwählen.

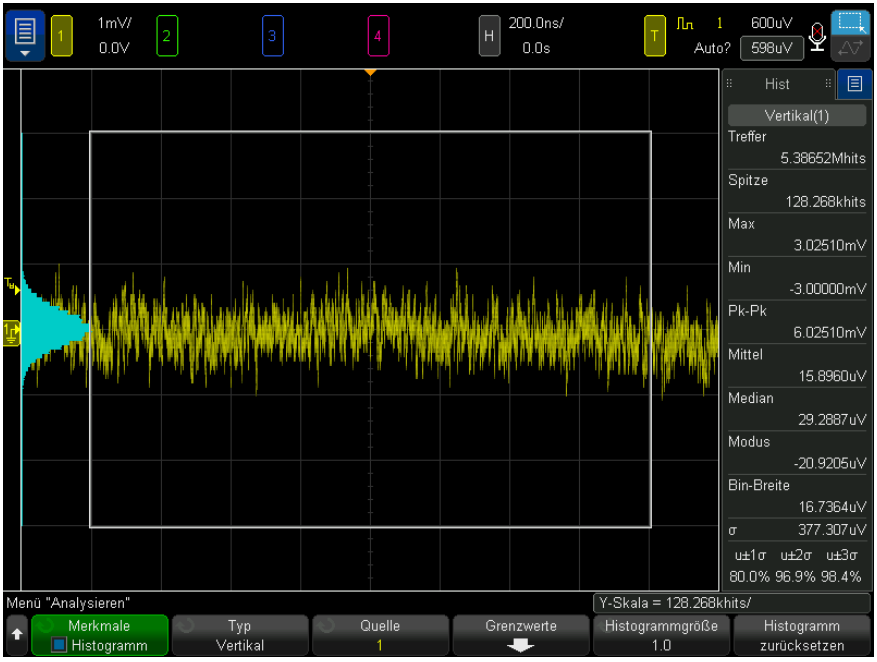
6 Definieren Sie das Grenzwertefenster, in dem Wellenformkreuzungen (Treffer) gemessen werden. Siehe hierzu "Definition des Histogramm-Grenzwertefensters" auf Seite 298.

7 Drücken Sie den Softkey **Histogrammgröße** und geben Sie die Anzahl an Einteilungen an, die vom Histogramm belegt werden:

- Bei horizontalen Histogrammen können Sie ganze und halbe Einteilungen von 1 bis 4 wählen.
- Bei vertikalen Histogrammen können Sie ganze und halbe Einteilungen von 1 bis 5 wählen.

Drücken Sie den Softkey **Histogramm zurücksetzen**, um die Histogrammzähler auf Null zurückzusetzen.

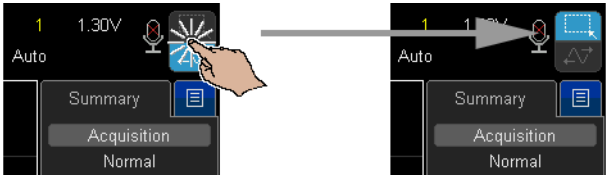
Der folgende Bildschirm zeigt ein vertikales Histogramm von automatisch getriggertem Rauschen - beachten Sie die Gaußsche Verteilung:



Definition des Histogramm-Grenzwertefensters

Sie können das Histogramm-Grenzwertefenster definieren, indem Sie im Bildschirm ein Rechteck zeichnen:

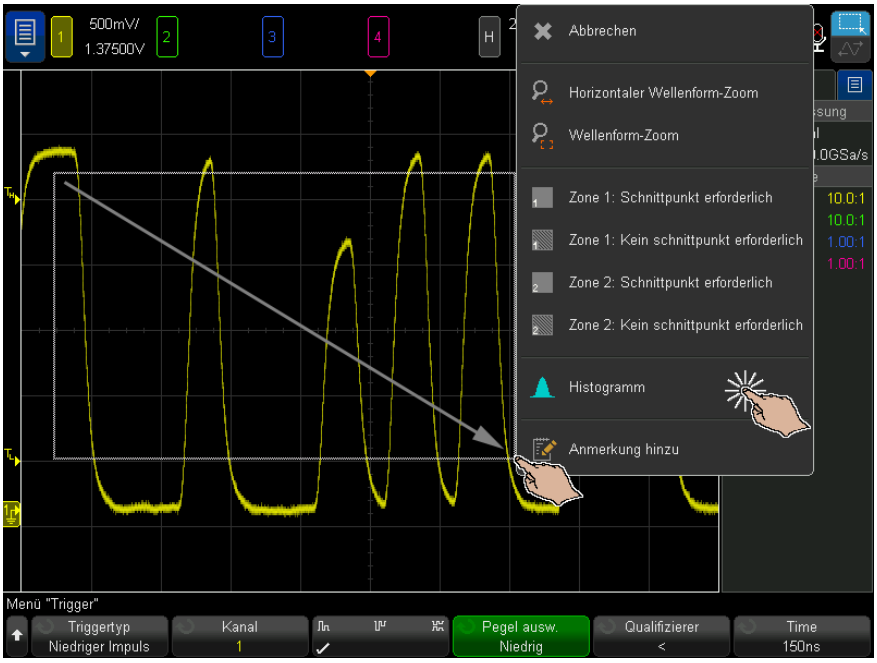
1 Berühren Sie die Ecke oben rechts, um den Modus für das Zeichnen von Rechtecken zu aktivieren.



2 Ziehen Sie mit dem Finger oder dem Mauszeiger einer angeschlossenen Maus über den Bildschirm, um eine rechteckige Zone zu zeichnen, mit der die Wellenform einen Schnittpunkt oder keinen Schnittpunkt bilden muss.

3 Nehmen Sie den Finger vom Bildschirm (oder Maustaste loslassen).

4 Wählen Sie im Popup-Menü **Histogramm**.



Sie können das Histogramm-Grenzwertefenster auch durch Auswahl des Standardfensters definieren, das sechs Einteilungen groß und acht Einteilungen breit und mittig im Raster positioniert ist.

1 Zunächst konfigurieren Sie die horizontale und vertikale Skalierung, damit die untersuchte Wellenform mittig im Raster ausgerichtet wird.

2 Drücken Sie **[Analyse] Analyse** > **Features** und wählen und aktivieren Sie **Histogramm**.

3 Drücken Sie den Softkey **Grenzwerte**.

Der Softkey **Grenzwerte** ist aktiv, wenn **TypHorizontal** oder **Vertikal** ist.

4 Drücken Sie im Histogramm-Grenzwertemenü den Softkey **Standardfenster**.

Wird das Histogramm-Grenzwertemenü angezeigt, können Sie das Grenzwertefenster durch Ziehen an den Ziehgriffen ändern. Die Ziehpunkte in der oberen linken Ecke verschieben das Fenster, die Ziehpunkte unten rechts verändern die Fenstergröße.

Sie können Größe und Position des Grenzwertefensters auch ändern, indem Sie die Softkeys **Obergrenze**, **Unterer Grenzwert**, **Grenzwert links**, oder **Grenzwert rechts** sowie den Eingabedrehknopf oder die Tastendialogfelder verwenden.

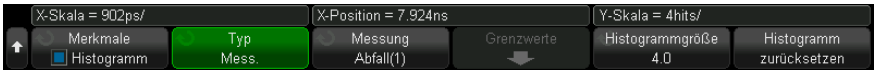
Einrichten von Histogrammen für Messungen

So richten Sie ein Messwerthistogramm ein:

1. Zunächst fügen Sie die Messung hinzu, deren Ergebnisse als Histogramm angezeigt werden sollen. Siehe hierzu “Ausführen automatischer Messungen" auf Seite 264.
2. Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.

3 Drücken Sie **Funktionen**; anschließend wählen Sie **Histogramm**.

4 Drücken Sie **Funktionen** erneut, um das Histogramm zu aktivieren.



5 Drücken Sie den Softkey **Typ** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um Folgendes auszuwählen:

- **Messungen** – zeigt die Verteilung der Ergebnisse einer Messung ähnlich zu gewöhnlichen Messstatistiken.

6 Drücken Sie den Softkey **Messung**, um die Messung für die Analyse auszuwählen.

7 Drücken Sie den Softkey **Histogrammgröße** und geben Sie die Anzahl von Einteilungen an, die vom Histogramm belegt werden. Sie können ganze und halbe Einteilungen von 1 bis 4 wählen.

Bei Messwerthistogrammen werden Informationen über die Skalierung des Balkendiagramms oberhalb der Softkeys angezeigt. Diese Skalierung wird automatisch ermittelt.

Drücken Sie den Softkey **Histogramm zurücksetzen**, um die Histogrammzähler auf Null zurückzusetzen.

Histogramm-Datengrafik

Als visuelle Komponente eines Histogramms wird das Balkendiagramm im Display angezeigt.

Diese Grafik erscheint bei vertikalen Wellenformhistogrammen auf der linken Seite des Rasterbereichs und bei horizontalen Wellenformhistogrammen oder Messwerthistogrammen unten im Rasterbereich.

Bei Messwerthistogrammen werden Informationen über die Skalierung des Balkendiagramms oberhalb der Softkeys angezeigt. Diese Skalierung wird automatisch ermittelt.

Während Wellenformen gemessen und angezeigt werden oder Messungen erfolgen, verändert sich die Diagrammskalierung so, dass die Höchstzahl von Treffern mit der angegebenen Histogrammgröße dargestellt wird.

Der Softkey **Histogramm zurücksetzen** setzt die Histogrammzähler auf Null.

Cursor im Histogrammdaten

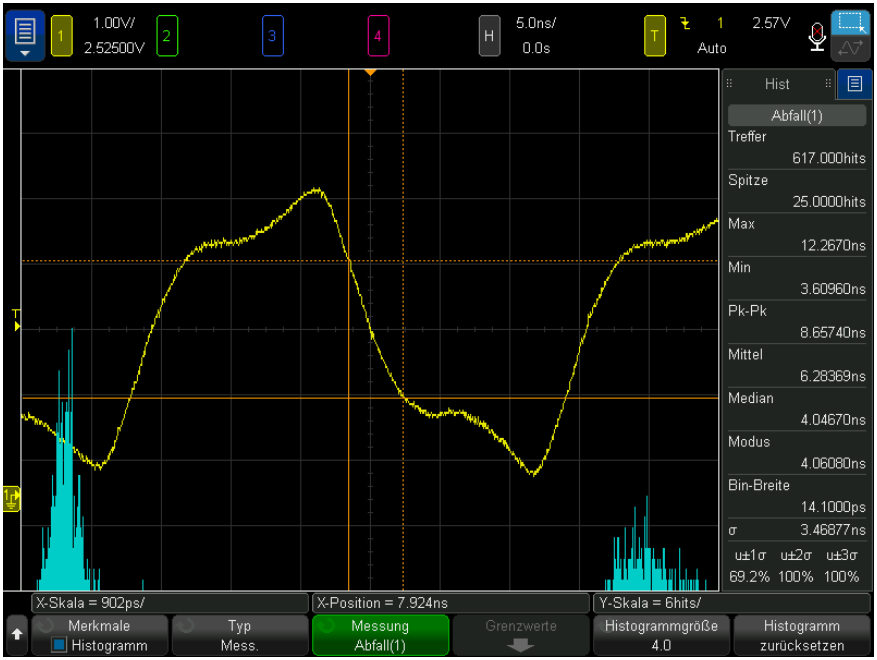
Wird die Funktion für die Histogrammanalyse aktiviert und befinden sich die Cursor im Modus **Manuell** oder **Wellenform verfolgen**, wird in die Liste der für die Cursor zur Auswahl verfügbaren Quellen **Histogramm** eingefügt.

Während Sie eine Messung für ein Histogramm durchführen, verfolgen die Cursor diese Messung anhand der Histogrammwellenform.

Sind die Cursor im Modus **Wellenform verfolgen**, ist der X- oder Y-Cursor abhängig davon, ob es sich um ein Histogramm des Typs horizontal, vertikal oder Messung handelt.

Histogramm-Datenstatistiken

Histogramm-Datenergebnisse werden im Histogramm-Seitenleistendialogfeld angezeigt (das über das Seitenleistenmenü rechts ausgewählt werden kann – siehe "Wählen Sie die für Informationen oder Steuerelemente." auf Seite 54 und "Seitenleisten-Dialogfelder durch Ziehen lösen" auf Seite 55).



Aus der Histogrammdatenbank können mehrere Standardergebnisse abgerufen werden.

Die Grundeinheit von Histogrammen sind Treffer (Hits). Einige Ergebnisse werden als Treffer ausgedrückt:

- Treffer – Summe aller Bins (Klassenelemente) im Histogramm.
- Spitze – Maximale Anzahl der Treffer in jedem beliebigen Bin.

Einige Ergebnisse werden in den Einheiten der Quelle (vertikal, horizontal oder Messwert) ausgedrückt:

- Max – Wert entsprechend Bin-Höchstbereich mit Treffern.
- Min – Wert entsprechend Bin-Mindestbereich mit Treffern.
- Pk-Pk – Delta zwischen Max und Min.
- Mittel – Mittel des Histogramms.
- Median – Median des Histogramms.
- Modus – Modus des Histogramms.

- Bin-Breite – Die Breite jedes Bins (Klassenelement) im Histogramm.
- Stand.-Abw. – Standardabweichung des Histogramms.

Einige Ergebnisse werden von anderen Ergebnissen abgeleitet:

- u±1σ – Prozentsatz der Histogrammtreffer innerhalb von ±1 Stand.-Abw. vom Mittelwert.
- u±2σ – Prozentsatz der Histogrammtreffer innerhalb von ±2 Stand.-Abw. vom Mittelwert.
- u±3σ – Prozentsatz der Histogrammtreffer innerhalb von ±3 Stand.-Abw. vom Mittelwert.

HINWEIS Sie können jeden der einzelnen Einträge in der Seitenleiste berühren und die Histogrammergebnisse zurücksetzen.

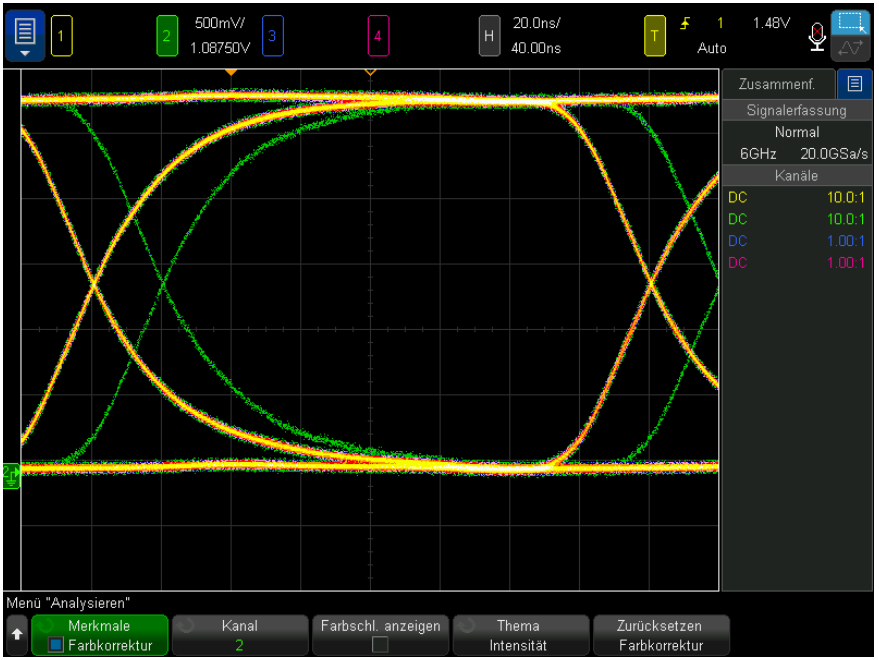
16 Farbkorrektur-Wellenform

Aktivieren einer Farbkorrektur-Wellenform / 307
Farbkorrektur-Themen / 308

Die Farbkorrektur-Analysefunktion zeigt, wie häufig eine Wellenform Pixel in der Anzeige durchkreuzt (oder auf sie trifft). Während Wellenformen gemessen und angezeigt werden, sammelt eine Zählerdatenbank die Anzahl der Treffer, und Pixel in der Wellenform der Farbkorrektur-Analyse werden mithilfe von einer von sieben abgestuften Farben angezeigt, von denen eine relative Anzahl von Treffern dargestellt wird. Sie können Farbskalen (Themen) für *Temperatur* oder *Intensität* wählen.

Wird das Oszilloskop angehalten, bleibt die Zählerdatenbank erhalten, bis die Messdatenanzeige verändert wird, in der Regel horizontal oder vertikal. Zu diesem Zeitpunkt wird die Datenbank zurückgesetzt und die zuletzt angezeigte Erfassung wird verwendet, um eine neue Datenbank zu starten.

Der folgende Bildschirm zeigt eine Farbkorrektur-Analysewellenform für Kanal 2:



Die Farbkorrektur-Analyseanzeige wird etwa jede Sekunde aktualisiert.

Im Zeitverlauf können Sie die nominale Wellenform ebenso wie die Hüllkurve der Wellenform beobachten.

Ist einer der Datenbankzähler gefüllt, wird oberhalb der Softkeys im Farbkorrektur-Analysemenü **gefüllte Farbkorrektur** angezeigt.

Farbkorrektur-Analyse funktioniert mit repetitiven Wellenformen am besten.

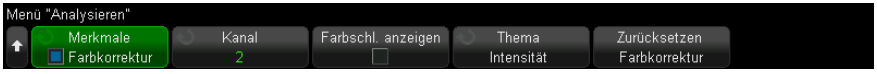
Farbkorrektur-Interaktion mit anderen Funktionen des Oszilloskops

Wenn Sie eine Farbkorrektur-Wellenformanzeige aktivieren, werden horizontaler Zoom, XY Zeitmodus oder Zeitmodus Rollen automatisch deaktiviert.

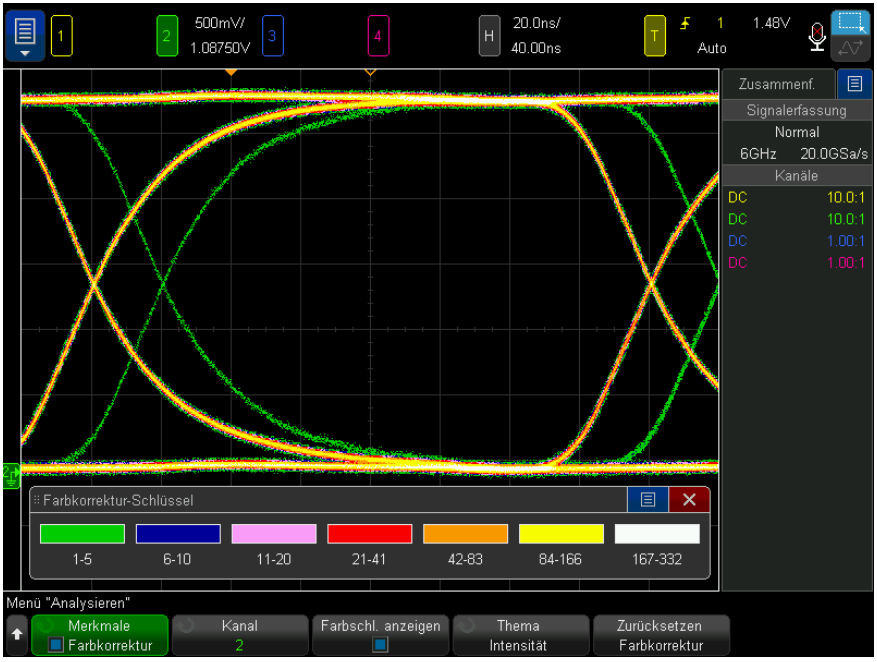
Aktivieren einer Farbkorrektur-Wellenform

Zur Einrichtung der Farbkorrektur-Analyse einer Wellenform:

1. Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.
2. Drücken Sie **Funktionen**; anschließend wählen Sie **Farbkorrektur**.
3. Drücken Sie **Funktionen** erneut, um die Farbkorrektur-Wellenformanzeige zu aktivieren.



4. Drücken Sie den Softkey **Quelle** , um den Analogkanal, die aktive mathematische Funktion oder Referenzwellenform für die Analyse auszuwählen.
5. Drücken Sie den Softkey **Farbschlüssel anzeigen**, um die sieben Farben des Farbkorrektur-Themas sowie den Bereich der Datenbankzähler zu sehen, den jede Farbe darstellt.



6 Drücken Sie den Softkey **Thema** und wählen Sie **Intensität** oder **Temperatur**. Eine Beschreibung der in diesen Themen verwendeten Farben erhalten Sie unter"Farbkorrektur-Themen" auf Seite 308.

Drücken Sie die Taste **Farbkorrektur zurücksetzen**, um die Farbkorrekturzähler auf Null zurückzusetzen.

Durch Änderung der Einstellungen für die horizontale Zeitbasis oder Verzögerung, vertikalen V/div- oder Offset-Einstellungen des Kanals, oder Einstellungen der Quellwellenform, werden die Farbkorrekturzähler ebenfalls zurückgesetzt.

Farbkorrektur-Themen

Wird die Farbkorrektur-Analyse aktiviert, wird eine Datenbank erstellt, die dieselbe Anzahl von Speicherpositonen aufweist, wie Pixelpositionen im Wellenform-Anzeigebereich vorhanden sind. Jede Datenbankspeicherposition ist ein Zähler. Diese Zähler werden erhöht, wenn abgetastete Wellenformdaten die damit verbundenen Pixel überkreuzen (oder "treffen").

Das Farbkorrektur-Thema gibt sieben Farben vor, von denen die Bereiche der Zählerwerte (Treffer) in der Farbkorrekturdatenbank dargestellt werden. Die für die größte Anzahl der Treffer verwendete Farbe (in beiden Themen weiß) repräsentiert Pixel mit der größten Anzahl für etwa der Hälfte dieser Zahl. Die nächste Farbe repräsentiert um die Hälfte mehr Treffer, und so weiter, bis der letzte Bereich im Thema (grün im Thema "Intensität" oder dunkelblau im Thema "Temperatur") den übrigen Bereich der Treffer darstellt.

Die folgenden Tabelle zeigt die ungefähren Zählerbereiche jeder Farbe in den Farbkorrektur-Themen **Intensität** und **Temperatur**.

Farbkorrektur-Thema		Bereich (MH = die meisten Treffer)		
Intensität	Temperatur	Obergrenze	bis	Untergrenze (0 wenn Obergrenze gleich 0, Sonst)
		MH	bis	MH/2
		MH/2	bis	MH/4
		MH/4	bis	MH/8
		MH/8	bis	MH/16
		MH/16	bis	MH/32
		MH/32	bis	MH/64
		MH/64	bis	1

17 Jitter- und Echtzeitaugen-Analyse

Einrichtung der Jitter-Analyse / 312
Jitter-Messungen / 315
Echtzeitaugenanalyse / 319

Die Jitter-Analyse misst die Varianz einer Messung im Zeitverlauf. Die wichtigste Messung, die mit der Jitter-Analyse verwendet wird, ist Time Interval Error (TIE), aber mehrere andere Messungen können ebenfalls analysiert werden.

Die TIE-Messung stellt eine ideale Taktfrequenz von der Quellwellenform wieder her und vergleicht sie mit gemessenen Übergängen, um eine Fehlerstatistik zu erstellen. Es sind verschiedene Methoden für die Taktwiederherstellung verfügbar.

Jitter-Messungen können wie folgt visualisiert werden:

- Mess. Histogramm – Zeigt die Verteilung der Jitter-Messergebnisse. Gaußsche Verteilungen sind ein Hinweis auf zufälligen Jitter. Nicht-Gaußsche Verteilungen weisen in der Regel darauf hin, dass der Jitter deterministische Komponenten hat. Messstatistiken werden gemeinsam mit dem Histogramm angezeigt.
- Mess.-Trend – Zeigt den Trend der Jitter-Messungsergebnisse. Die Trendwellenform über einen größeren Zeitraum kann Formen oder Muster enthalten, die auf die Jitter-Ursache hinweisen.
- Jitter-Spektrum – Zeigt den Jitter-Messungstrend im Frequenzbereich. Spitzenwerte im FFT zeigen Frequenzen mit möglichen Jitter-Ursachen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter *Measuring Jitter in Digital Systems*, Application Note (http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5988-9109EN.pdf)

Einrichtung der Jitter-Analyse

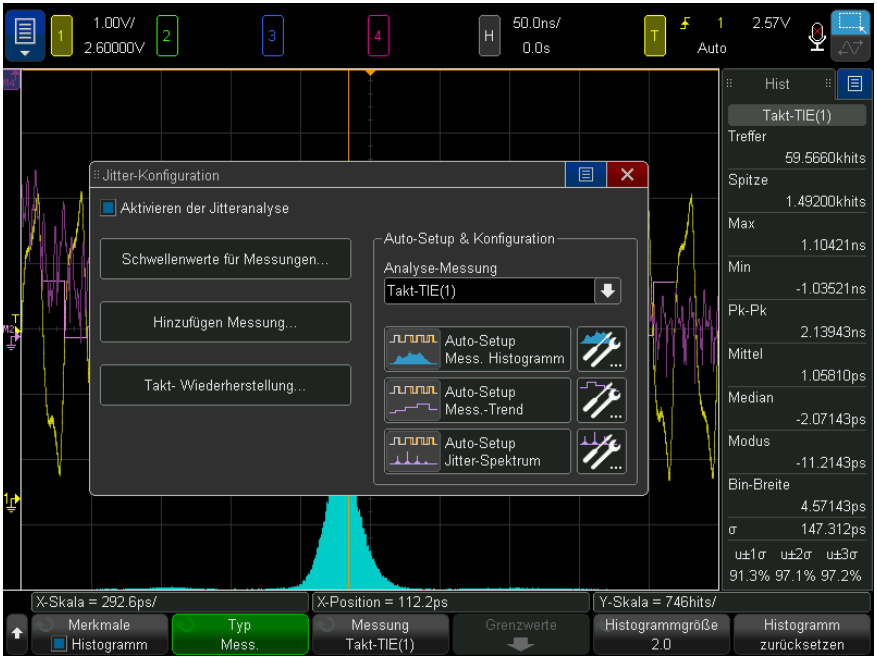
Einrichtung einer Jitter-Analyse:

1. Drücken Sie die Taste **[Jitter] Jitter**.
2. Im Dialogfeld für die Jitter-Konfiguration wählen Sie **Aktivieren der Jitteranalyse**.

   Ist die Jitter-Analyse aktiviert, wird die Taste **[Jitter] Jitter** beleuchtet, und folgende Oszilloskop-Einstellungen werden aktiviert:

   - Präzisionsmessungen mit 1M Präzisionsanalyse-Datendatzlänge (siehe "Präzisionsmessungen und math. Wellenformen" auf Seite 294), wodurch eine verbesserte Genauigkeit erzielt wird.

- Bei jeder Erfassung werden alle Flanken gemessen (anstatt einer einelnen Flanke pro Erfassung, wie es normalerweise der Fall ist) . Bei jeder Erfassung wird die Messungssumme um die Anzahl von Flanken in der Erfassung erhöht. Dies gilt für alle flankenbezogenen Messungen, nicht nur für Jitter-Analysemessungen.



3 Um die Schwellenwerte für die Messung zu ändern, berühren Sie **Schwellenwerte für Messungen...** und verwenden die Softkeys im Menü Messungsgrenzwert, um die Einstellungen zu ändern (siehe "Messungsschwellenwerte" auf Seite 289).

HINWEIS Es ist wichtig, absolute Schwellenwerte zu konfigurieren, damit die Integrität der Jitter-Messungen bei allen Messungen gewährleistet bleibt.

4 So fügen Sie eine Jitter-Messung hinzu:

   a Berühren Sie **Hinzufügen Messung...**; anschließend wählen Sie die gewünschte Jitter-Messung aus dem Popup-Menü.

   b Im Messungsdialogfeld wählen Sie die **Quelle** für die Messung sowie alle weiteren Messoptionen (siehe "Jitter-Messungen" auf Seite 315 oder "Tastgrad" auf Seite 282).

      Bei der Quelle kann es sich um Analogkanäle, mathematische Wellenformen, oder Referenzsignale handeln.

   c Berühren Sie **OK**.

   Bei aktivierter Jitter-Analyse können Sie Jitter-Messungen auch mit der Taste **[Meas] Mess.** und dem Menü Messungen hinzufügen (siehe "Ausführen automatischer Messungen" auf Seite 264).

5 Zurück im Dialogfeld für die Jitter-Konfiguration berühren Sie das Dropdown-Feld **Analyse-Messung** und wählen die Jitter-Messung, die analysiert werden soll.

6 Der Bereich **Auto-Setup & Konfiguration** verfügt über folgende Steuerelemente:

   - **Mess. Histogramm** – Das Steuerelement **Auto-Setup** aktiviert ein Histogramm für die ausgewählte Jitter-Analysemessung. Das Steuerelement für die Einstellungen öffnet das Softkey-Menü Histogramm-Analyse (siehe "Einrichten von Histogrammen für Messungen" auf Seite 300).
   - **Mess.-Trend** – Das Steuerelement **Auto-Setup** konfiguriert eine Messungstrend-Wellenform für die ausgewählte Jitter-Analysemessung. Das Einstellungssymbol öffnet das Softkey-Menü für die mathematische Messungstrend-Wellenform (siehe "Messungstrend" auf Seite 128).
   - **Jitter-Spektrum** – Das Steuerelement **Auto-Setup** regelt die Konfiguration einer FFT der Messungstrend-Wellenform für die ausgewählte Jitter-Messung. Das Steuerelement für die Einstellungen öffnet das Softkey-Menü für die mathematische FFT-Wellenform (siehe "FFT-Spektrum" auf Seite 109).

     Beachten Sie, dass eine weitere mathematische Funktion konfiguriert wird, um die Messungstrend-Wellenform zu glätten. Sie können die FFT-Quelle gegebenenfalls zu einer geglätteten Trendwellenform ändern.

7 Wenn Sie die Jitter-Analyse-Optionen konfiguriert haben, drücken Sie die Taste **[Jitter] Jitter** erneut, um das Dialogfeld für die Jitter-Konfiguration zu schließen.

Deaktivieren der Jitteranalyse:

1 Im Dialogfeld für die Jitter-Konfiguration (drücken Sie die Taste **[Jitter] Jitter**, wenn das Dialogfeld nicht angezeigt wird) heben Sie die Auswahl von **Aktivieren der Jitteranalyse** wieder auf.

   Bei deaktivierter Jitter-Analyse:

   - Das Licht hinter der Taste **[Jitter] Jitter** wird deaktiviert.
   - Die Einstellungen für "Präzisionsmessungen" und 1M Präzisionsanalyse-Datensatzlänge werden auf die Einstellungen zurückgesetzt, die bei Aktivierung der Jitter-Analyse aktiv waren.
   - Das Oszilloskop misst erneut eine spezifische Flanke bei jeder Erfassung (in der Regel um die horizontale Zeitbasis herum) und ignoriert alle anderen Flanken in der Erfassung, wie in der Regel der Fall ist. Bei jeder Erfassung wird die Messungssumme um eins erhöht.

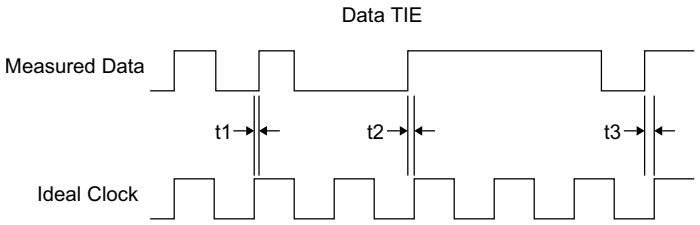
Jitter-Messungen

- "Daten-TIE" auf Seite 315
- "Takt-TIE" auf Seite 316
- "N-Periode" auf Seite 316
- "Periode-Periode" auf Seite 317
- "+Breite bis +Width" auf Seite 318
- "-Breite bis -Breite" auf Seite 318

Daten-TIE

Die Daten-TIE (Time Interval Error) Jitter-Messung vergleicht Flanken in einem Datensignal mit den Flanken in einem idealen Datensignal, das von der Funktion für die Taktwiederherstellung bestimmt wird (siehe "Einrichtung der Taktwiederherstellung" auf Seite 132).

Sobald die ideale Datenrate bestimmt wurde, werden alle Datenintervalle im Hinblick auf die ideale Datenrate gemessen und die Fehlerstatistiken werden berechnet. Die folgende Abbildung zeigt, wie der Daten-TIE an steigenden Flanken der Daten gemessen wird.

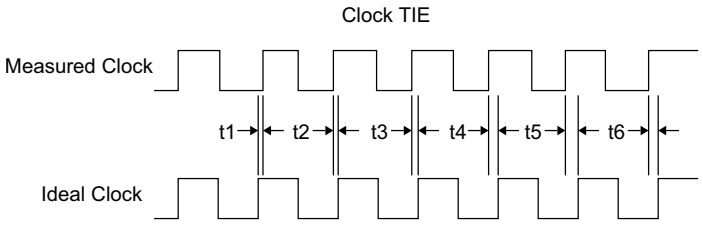


Die Messung erfolgt an allen Zyklen der Wellenform. Auch im Zoommodus werden nun alle Wellenformzyklen im Hauptfenster gemessen.

Takt-TIE

Die Takt-TIE (Zeitintervall Fehler) Jitter-Messung vergleicht Flanken in einem Taktsignal mit den Flanken in einem idealen Taktsignal, das von der Funktion für die Taktwiederherstellung bestimmt wird (siehe "Einrichtung der Taktwiederherstellung" auf Seite 132). Sie können steigende, fallende oder sowohl steigende als auch fallende Flanken messen.

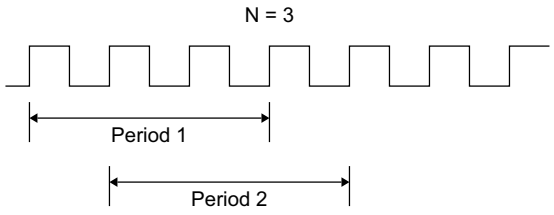
Sobald die ideale Taktfrequenz bestimmt wurde, werden alle Zyklen Ihrer Wellenform mit der idealen Taktfrequenz verglichen und die Fehlerstatistiken werden berechnet. Die folgende Abbildung zeigt, wie die Takt-TIE an steigenden Flanken des Takts gemessen wird.



Die Messung erfolgt an allen Zyklen der Wellenform. Auch im Zoommodus werden nun alle Wellenformzyklen im Hauptfenster gemessen.

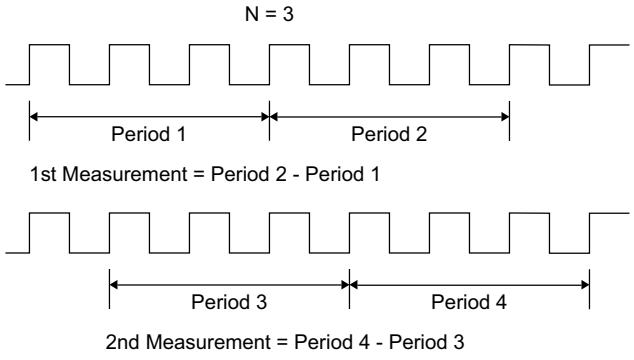
N-Periode

Die N-Periode Jitter-Messung misst die Zeitspanne von N aufeinanderfolgenden Perioden. Anschließend wird zur nächsten Periode gewechselt und die Zeitspanne der nächsten N aufeinanderfolgenden Perioden gemessen, usw.



Periode-Periode

Die Periode-Periode Jitter-Messung misst anhand einer Zyklusgruppe die Periode ab der ersten Flanke des ersten Zyklus der Gruppe bis zur letzten Flanke des letzten Zyklus der Gruppe. Die N-Periode der ersten Gruppe wird gemessen und von der N-Periode der zweiten Gruppe subtrahiert. Anschließend wird zum nächsten Zyklus gewechselt und es erfolgt die nächste Messung. Die folgende Abbildung zeigt, wie eine N-Zyklus Jitter-Messung für N=3 erfolgt.



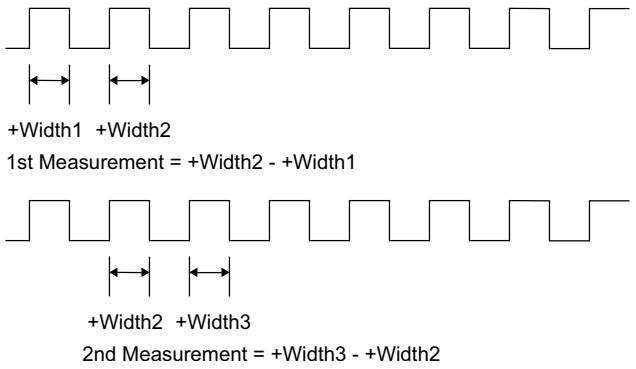
Sobald alle Zyklusgruppen der Wellenform gemessen wurden, wird die Statistik gemessen. Bei den Statistiken handelt es sich um die Werte, die in allen aufgetretenen Triggerzyklen gesammelt wurden.

Zur Durchführung einer Jitter-Messung von Zyklus-Zyklus verwenden Sie Periode-Periode und setzen N=1.

Die Messung erfolgt an allen Zyklen der Wellenform. Auch im Zoommodus werden nun alle Wellenformzyklen im Hauptfenster gemessen.

+Breite bis +Width

Die +Breite bis +Breite Jitter-Messung subtrahiert die positive Pulsbreite des ersten Zyklus von der positiven Pulsbreite des zweiten Zyklus für das erste Messungsergebnis. Anschließend wird die negative Pulsbreite des zweiten Zyklus von der negativen Impulsbreite des dritten Zyklus für das zweite Messergebnis subtrahiert, und so weiter, bis alle Zyklen der Wellenform gemessen wurden. Die folgende Abbildung zeigt die ersten beiden +Breite bis +Breite-Messungen.

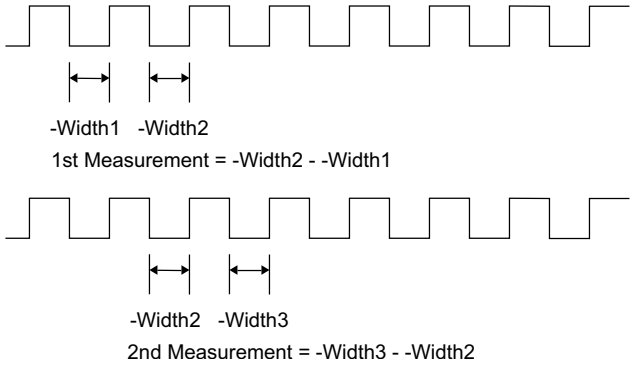


Alle Messergebnisse werden zur Statistikberechnung verwendet. Bei den Statistiken handelt es sich um die Werte, die in allen aufgetretenen Triggerzyklen gesammelt wurden.

Die Messung erfolgt an allen Zyklen der Wellenform. Auch im Zoommodus werden nun alle Wellenformzyklen im Hauptfenster gemessen.

-Breite bis -Breite

Die -Breite bis -Breite Jitter-Messung subtrahiert die negative Pulsbreite des ersten Zyklus von der negativen Impulsbreite des zweiten Zyklus für das erste Messergebnis. Anschließend wird die negative Pulsbreite des zweiten Zyklus von der negativen Impulsbreite des dritten Zyklus für das zweite Messergebnis subtrahiert, und so weiter, bis alle Zyklen der Wellenform gemessen wurden. Die folgende Abbildung zeigt die ersten zwei -Breite bis -Breite Messungen.



Alle Messergebnisse werden zur Statistikberechnung verwendet. Bei den Statistiken handelt es sich um die Werte, die in allen aufgetretenen Triggerzyklen gesammelt wurden.

Die Messung erfolgt an allen Zyklen der Wellenform. Auch im Zoommodus werden nun alle Wellenformzyklen im Hauptfenster gemessen.

Echtzeitaugenanalyse

Bei lizensierter Funktion für die Jitter-Analyse können Sie auch eine Echtzeitaugenanalyse durchführen.

Ein Augendiagramm ist eine Ansicht eines Signals, in dem die Wellenform mithilfe seiner Datenrate getriggert wird. Ein Echtzeitauge erreicht dies durch die Erfassung von Daten, Wiederherstellung des Takts und anschließend Überlagerung (Falten) von aufeinander folgenden Einheitsintervallen innerhalb eines einzelnen Plots. Hierbei handelt es sich um eine statistische Ansicht in Form einer Farbkorrektur.

Ist die Echtzeitaugenanalyse aktiviert, ist die Funktion für die Farbkorrektur-Analyse nicht mehr verfügbar.

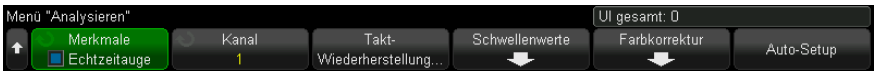
Funktionen wie Maskentests und Entfaltung des Echtzeitauges, die auf anderen Oszilloskopen von Keysight für Echtzeitaugen verfügbar sind, sind auf diesem Oszilloskop nicht verfügbar.

Einrichtung einer Echtzeitaugenanalyse einer Wellenform:

1 Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.

2 Drücken Sie **Funktionen** und wählen Sie dann **Echtzeitauge** aus.

3 Drücken Sie erneut **Funktionen**, um die Echtzeitaugenanzeige zu aktivieren.



4 Wählen Sie mit dem Softkey **Quelle** den Analogkanal für die Analyse aus.

5 Drücken Sie den Softkey **Takt-Wiederherstellung...**, um ein Dialogfeld zu öffnen, wo Sie die Funktion für die Taktwiederherstellung konfigurieren können (siehe "Einrichtung der Taktwiederherstellung" auf Seite 132).

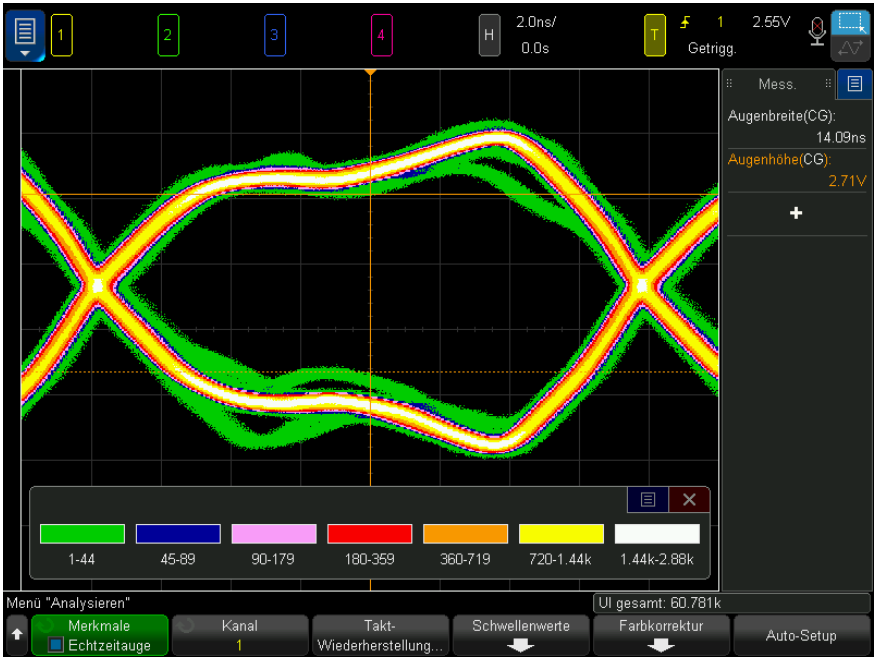
6 Drücken Sie den Softkey **Schwellenwerte** und ändern Sie die Einstellungen mit den Softkeys im Menü Messungsgrenzwert (siehe "Messungsschwellenwerte" auf Seite 289).

7 Drücken Sie den Softkey **Farbkorrektur** und verwenden Sie die Softkeys im Farbkorrektur-Setupmenü, um die Einstellungen zu ändern (siehe Kapitel 16, "Farbkorrektur-Wellenform," ab Seite 305).

8 Passen Sie die horizontale Skalierung des Oszilloskops an.

9 Drücken Sie den Softkey **Auto-Setup**, um Erfassungen zu beginnen.

Beim Erzeugen des Echtzeitauges werden Erfassungen voller Länge verwendet, um den größtmöglichen Erfassungsdatensatz und damit die präziseste Taktwiederherstellung und genaue Augenmessungen zu erhalten.



10 Um eine Echtzeitaugenanalyseerfassung zu stoppen, drücken Sie die Taste **[Stop] Stopp** auf der Frontplatte.

Bei aktivierter Echtzeitaugenanalyse drücken Sie die Taste **[Meas] Mess.**, wählen **Farbkorrektur** als Messdatenquelle und ergänzen folgende Echtzeitaugenmessungen (die mithilfe der Farbkorrektur-Datenbank vorgenommen werden):

- **Augenhöhe** – die vertikale Öffnung eines Augendiagramms. Bei Verwendung der Farbkorrektur-Datenbank wird die Öffnung am mittleren Zeitreferenzpunkt gemeldet.
- **Augenbreite** – die horizontale Öffnung eines Augendiagramms. Bei Verwendung der Farbkorrektur-Datenbank wird die größte Öffnung innerhalb der Kreuzungen gemeldet.

Um die Echtzeitaugenanalyseergebnisse zu entfernen, drücken Sie im Farbkorrektur-Setupmenü den Softkey **Farbkorrektur zurücksetzen**.

18 Maskentest

So erstellen Sie eine Maske aus einer idealen Wellenform (Automaske) / 323
Maskentest-Setup-Optionen / 326
Maskenstatistiken / 328
So bearbeiten Sie eine Maskendatei manuell / 329
Erstellen einer Maskendatei / 333

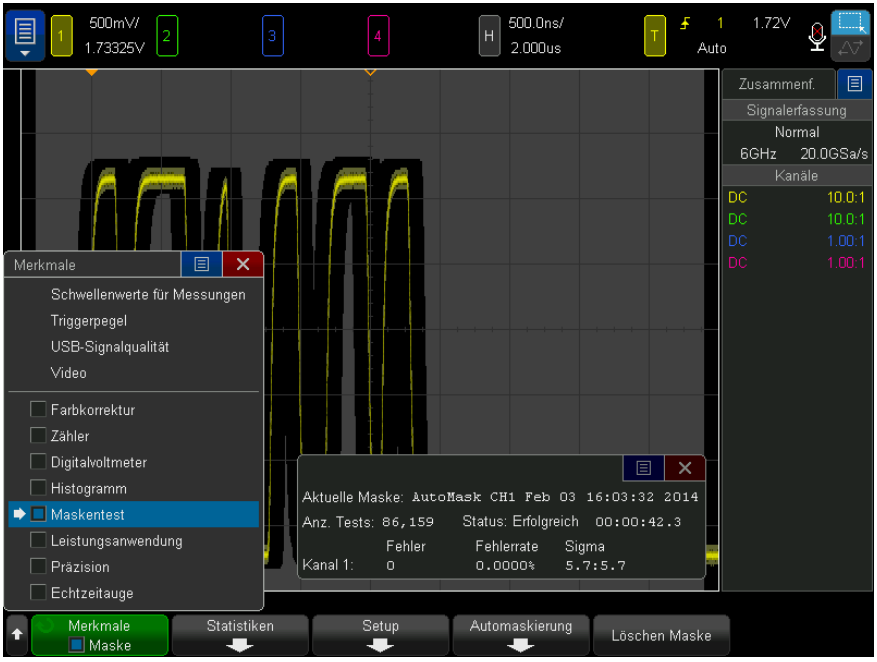
Mit dem Maskentest wird überprüft, ob eine Wellenform einem bestimmten Satz an Parametern entspricht. Eine Maske definiert einen Bereich in der Oszilloskop-Anzeige, in der die Wellenform verbleibt, um die Parameter zu erfüllen. Die Maskenübereinstimmung wird punktuell in der Anzeige überprüft. Der Maskentest wird nur auf analogen Kanälen durchgeführt, allerdings nicht auf nicht angezeigten Kanälen.

Um den Maskentest verwenden zu können, müssen Sie die Option LMT beim Kauf des Oszilloskops oder die Option DSOX6MASK als eigenständige Option nach dem Kauf erwerben.

So erstellen Sie eine Maske aus einer idealen Wellenform (Automaske)

Eine ideale Wellenform wird allen gewählten Parametern gerecht und ist die Wellenform, mit der alle anderen verglichen werden.

1. Konfigurieren Sie das Oszilloskop zur Anzeige der idealen Wellenform.
2. Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.
3. Drücken Sie **Merkmale** und wählen Sie **Maskentest**.
4. Drücken Sie **Merkmale** erneut, um das Maskentesten zu aktivieren.



5 Drücken Sie **Automaskierung**.

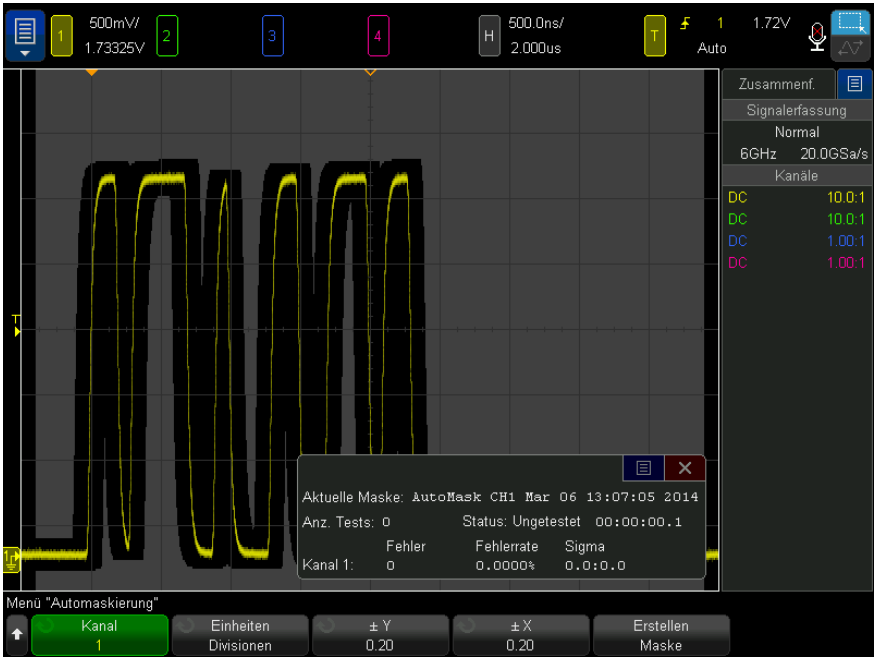
6 Drücken Sie im Menü Automaskierung den Softkey **Quelle** und stellen Sie sicher, dass der gewünschte analoge Kanal ausgewählt wird.

7 Passen Sie die horizontale (± Y) und vertikale Toleranz (± X) der Maske an. Diese sind in Rasterdivisionen oder absoluten Einheiten (Volt oder Sekunden) einstellbar, auswählbar mithilfe des Softkeys **Einheiten**.

8 Drücken Sie den Softkey **Maske erstellen**.

Die Maske wird erstellt und der Test beginnt.

Bei jedem Drücken des Softkeys **Maske erstellen** wird die alte Maske gelöscht und eine neue erstellt.



9 Um die Maske zu löschen und den Maskentest auszuschalten, drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach oben, um zum Menü Maskentest zurückzukehren. Anschließend drücken Sie den Softkey **Maske löschen.**

Falls die unbegrenzte Persistenz (siehe "Festlegen oder Löschen der Persistenz" auf Seite 167) bei Aktivierung des Maskentests eingeschaltet ist, bleibt sie eingeschaltet. Falls die unbegrenzte Nachleuchtdauer bei Aktivierung des Maskentests ausgeschaltet ist, wird sie mit der Aktivierung des Maskentests eingeschaltet und bei Ausschalten des Maskentests wieder ausgeschaltet.

Fehlerbehebung des Masken-Setups

Wenn Sie **Maske erstellen** drücken und die Maske im Vollbild angezeigt wird, überprüfen Sie die ± Y- und ± X-Einstellungen im Menü Automaskierung. Wenn sie auf null festgelegt sind, ist die Maske um die Wellenform sehr eng.

Wenn Sie **Maske erstellen** drücken und keine Maske erstellt wurde, überprüfen Sie die ± Y- und ± X-Einstellungen. Sie sind ggf. zu groß, sodass die Maske nicht sichtbar ist.

Maskentest-Setup-Optionen

Drücken Sie im Menü Maskentest den Softkey **Setup** zum Aufruf des Menüs Masken-Setup.

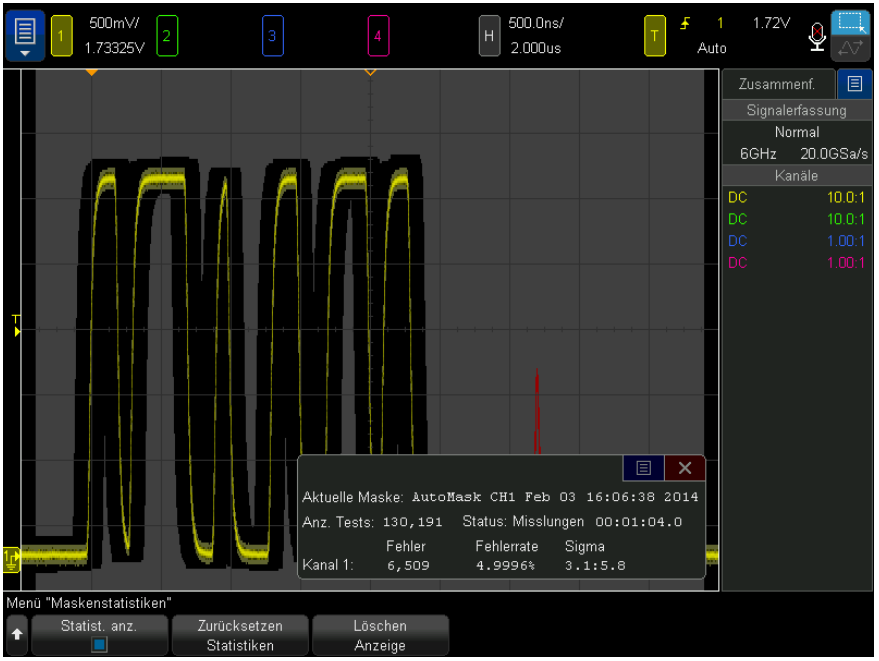
Ausf. bis	Mit Softkey Ausführen bis können Sie eine Bedingung zur Beendigung des Tests festlegen. ▪ **Immer** – Kontinuierlicher Oszilloskop-Betrieb. Bei einem Fehler wird jedoch die angegebene Aktion mit dem Softkey **Bei Fehler** angezeigt. ▪ **Minim. Anzahl von Tests** – Option wählen und mit Softkey **Anz. Tests** die Anzahl der Trigger für das Oszilloskop wählen, die Wellenformen anzeigen und mit der Maske vergleichen. Das Oszilloskop wird nach Abschluss der angegebenen Anzahl der Tests gestoppt. Die angegebene Mindestanzahl der Tests wird ggf. überschritten. Bei einem Fehler wird jedoch die angegebene Aktion mit dem Softkey **Bei Fehler** angezeigt. Die tatsächliche Anzahl der Tests wird über den Softkeys angezeigt. ▪ **Minimalzeit** –Option wählen und mit Softkey **Test zeit** eine Mindestzeit für den Betrieb des Oszilloskops wählen Nach dem Ablauf der Zeit wird das Oszilloskop gestoppt. Die angegebene Zeit wird ggf. überschritten. Bei einem Fehler wird jedoch die angegebene Aktion mit dem Softkey **Bei Fehler** angezeigt. Die tatsächliche Testzeit wird über den Softkeys angezeigt. ▪ **Minimum Sigma** – Option wählen und mit Softkey Sigma ein Mindest-Sigma wählen. Der Maskentest wird ausgeführt, bis eine ausreichende Anzahl von Wellenformen für ein Mindest-Test-Sigma getestet wurden. (Bei einem Fehler führt das Oszilloskop die mit Softkey **Bei Fehler** angegebene Aktion aus.) Dies ist ein Test-Sigma (max. erreichbares Prozess-Sigma, keine Fehler werden vorausgesetzt, für eine bestimmten Anzahl getesteter Wellenformen) und kein Prozess-Sigma (abhängig nach Anzahl der Fehler pro Test). Der Sigma-Wert kann den gewählten Wert übersteigen, wenn ein kleiner Wert gewählt wurde. Das tatsächliche Sigma wird angezeigt.

Bei Fehler	Die Einstellung **Bei Fehler** legt die Aktionen fest, die durchgeführt werden, wenn die Eingabewellenform der Maske nicht entspricht. Diese Einstellung setzt die Einstellung **Ausf. bis** außer Kraft. ▪ **Stopp** – - Das Oszilloskop stoppt beim ersten erkannten Fehler (bei der ersten Wellenform, die der Maske nicht entspricht). Diese Einstellung setzt die Einstellungen **Minim. Anzahl von Tests** und **Minimalzeit** außer Kraft. ▪ **Speichern** – - Das Oszilloskop speichert das Bildschirmbild, sobald ein Fehler entdeckt wird. Im Menü Speichern (**[Save/Recall] > Speichern** drücken) ein Bildformat (*.bmp oder *.png), ein Ziel (USB-Speichergerät) und den Dateinamen (mit automatischer Vergrößerung) wählen. Bei zu häufigen Fehlern und wenn das Oszilloskop zu viele Bilder speichert, Taste **[Stop]** **Stopp** drücken, um Erfassungen zu stoppen. ▪ **Drucken** – - Das Oszilloskop druckt das Bildschirmbild, sobald ein Fehler entdeckt wird. Option ist nur verfügbar, wenn wie in "So drucken Sie die Anzeige des Oszilloskops" auf Seite 383 beschrieben ein Drucker angeschlossen ist. ▪ **Messen** – Messungen (und Messstatistiken, wenn dies unterstützt wird) werden nur bei Wellenformen mit einer Maskenverletzung erfasst. Messungen werden von erfolgreichen Wellenformen nicht beeinflusst. Modus ist nicht verfügbar, wenn der Erfassungsmodus auf Mittelwb. festgelegt ist. Sie haben die Wahl zwischen **Drucken** oder **Speichern**, können aber nicht beides gleichzeitig auswählen. Alle anderen Aktionen können gleichzeitig gewählt werden. Beispiel: **Stopp** und **Messen** können gewählt werden, damit das Oszilloskop beim ersten Fehler misst und stoppt. Sie können auch ein Signal auf dem rückseitigen Anschluss TRIG OUT BNC ausgeben, wenn ein Maskentestfehler auftritt. Siehe "Einstellen der rückwärtigen TRIG OUT-Quelle" auf Seite 401.
Quellsperre	Bei Aktivierung von Quellsperre mit dem Softkey **Quellsperre** wird die Maske neu gezeichnet, um der Quelle bei Verschiebung der Wellenform zu entsprechen. Beispiel: Bei Änderung der horizontalen Zeitbasis oder des vertikalen Zuwachs wird die Maske mit neuen Einstellungen neu gezeichnet. Bei Deaktivierung von Quellsperre wird die Maske beim Ändern horizontaler/vertikaler Einstellungen nicht neu gezeichnet.
Quelle	Beim Ändern des Quellkanals wird die Maske nicht gelöscht. Sie wird mit den Einstellungen für vertikalen Zuwachs und Offset des Kanals, dem die Maske zugewiesen ist, neu skaliert. Zum Erstellen einer neuen Maske für den gewählten Quellkanal in der Menühierarchie zurückgehen, **Automaskierung** und dann **Maske erstellen** drücken. Der Softkey Quelle im Menü Masken-Setup ist mit dem Softkey Quelle im Menü Automaskierung identisch.

Alle testen	Bei Aktivierung werden alle angezeigten analogen Kanäle in den Maskentest einbezogen. Bei Deaktivierung wird nur der ausgewählte Quellkanal in den Test einbezogen.

Maskenstatistiken

Drücken Sie im Menü Maskentest den Softkey **Statistiken**, um das Menü Maskenstatistiken zu öffnen.



Statist. anz.	Wenn Sie **Statist. anz.** aktivieren, werden folgende Informationen angezeigt: ▪ Aktuelle Maske, Name der Maske, Kanalnummer, Datum und Zeit ▪ Anzahl der Tests (Gesamtzahl der ausgeführten Maskentests). ▪ Status (erfolgreich, misslungen, ungetestet) ▪ Gesammelte Testzeit (in Stunden, Minuten, Sekunden, Zehntelsekunden) Für jeden analogen Kanal: ▪ Anzahl der Fehler (Erfassungen der Signale über die Maske hinaus) ▪ Fehlerrate (Fehler in Prozent) ▪ Sigma (Verhältnis Prozess-Sigma zum max. erreichbaren Sigma, anhand der getesteten Wellenformen)
Zurücksetzen Statistiken	Beachten Sie, dass Statistiken auch zurückgesetzt werden, wenn: ▪ der Maskentest nach dem Deaktivieren wieder aktiviert wird. ▪ der Softkey Maske löschen gedrückt wird. ▪ eine Automaske erstellt wird. Außerdem wird der Zähler der gesammelten Zeit immer dann zurückgesetzt, wenn das Oszilloskop nach Stoppen der Erfassung ausgeführt wird.
Löschen Anzeige	Erfassungsdaten werden aus der Oszilloskopanzeige gelöscht.

So bearbeiten Sie eine Maskendatei manuell

Sie können eine Maskendatei manuell bearbeiten, die Sie mit der Funktion zur Automaskierung erstellt haben.

1 Befolgen Sie die Schritte 1-7 in "So erstellen Sie eine Maske aus einer idealen Wellenform (Automaske)" auf Seite 323. Löschen Sie die Maske nach dem Erstellen nicht.

2 Schließen Sie ein USB-Massenspeichergerät an das Oszilloskop an.

3 Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.

4 Drücken Sie den Softkey **Speichern**.

5 Drücken Sie den Softkey **Format** und wählen Sie **Maske**.

6 Drücken Sie den zweiten Softkey und wählen Sie einen Zielordner auf dem USB-Massenspeichergerät.

7 **Drücken Sie den Softkey** Durch Drücken speichern. So wird eine ASCII-Textdatei erstellt, die die Maske beschreibt.

8 Entfernen Sie das USB-Massenspeichergerät und schließen Sie es an einen PC an.

9 Öffnen Sie die von Ihnen erstellte .msk-Datei in einem Texteditor (z. B. Wordpad).

10 Bearbeiten, speichern und schließen Sie die Datei.

Die Maskendatei enthält folgende Abschnitte:

- Maskendateibezeichner.
- Maskendateititel.
- Maskenverletzungsbereiche.
- Oszilloskop-Setup-Informationen.

Maskendateibezeichner

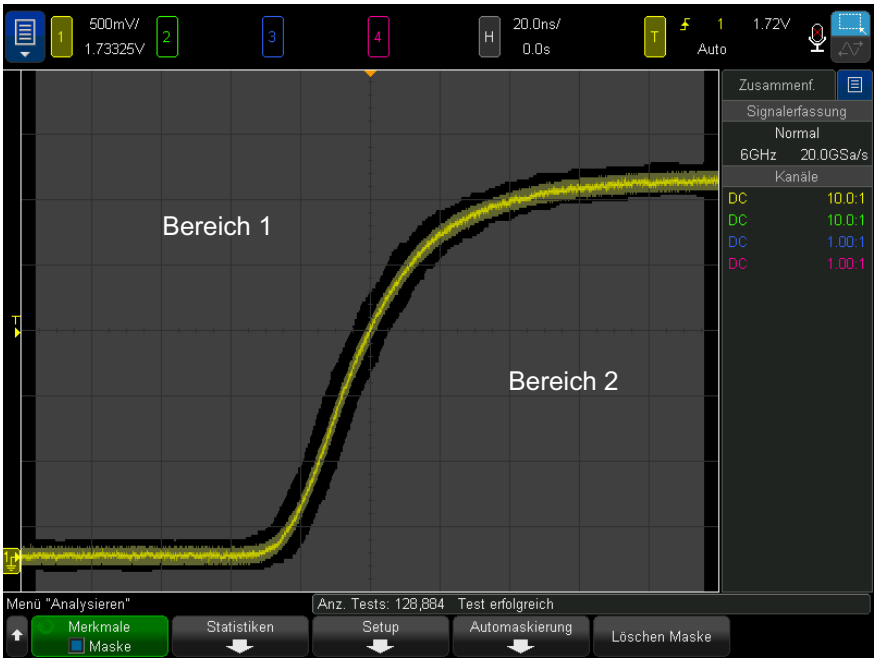
Der Maskendateibezeichner ist MASK_FILE_548XX.

Maskentitel

Der Maskentitel ist eine Folge von ASCII-Zeichen. Beispiel: autoMask CH1 OCT 03 09:40:26 2008

Enthält der Titel einer Maskendatei das Schlüsselwort „ autoMask ", wird der Rand der Maske definitionsgemäß akzeptiert. Andernfalls wird der Rand der Maske als Fehler definiert.

Maskenverletzungsbereiche



Bis zu 8 Bereiche können für eine Maske definiert werden. Sie können mit 1-8 nummeriert werden und in beliebiger Reihenfolge in der .msk-Datei auftreten. Die Nummerierung der Bereiche muss von oben nach unten und links nach rechts verlaufen.

Eine Automaskierungsdatei enthält zwei spezielle Regionen: Den Bereich der oben im Display angeheftet ist, und den Bereich, der unten angeheftet ist. Der obere Bereich ist durch Y-Werte von „MAX" für die ersten und letzten Punkte gekennzeichnet. Der untere Bereich ist durch Y-Werte von „MIN" für die ersten und letzten Punkte gekennzeichnet.

Der obere Bereich muss der niedrigste nummerierte Bereich in der Datei sein. Der untere Bereich muss der höchste nummerierte Bereich in der Datei sein.

Bereich Nummer 1 ist der obere Maskenbereich. Die Scheitelpunkte in Bereich 1 beschreiben Punkte längs einer Linie; diese Linie ist der untere Rand des oberen Teils der Maske.

In gleicher Weise beschreiben die Scheitelpunkte in Bereich 2 die Linie, die den oberen Rand des unteren Teils der Maske bildet.

Die Scheitelpunkte in einer Maskendatei sind normalisiert. Vier Parameter definieren, wie Werte normalisiert werden.

- X1
- ΔX
- Y1
- Y2

Diese vier Parameter werden im Oszilloskop-Setup-Teil der Maskendatei definiert.

Die Y-Werte (normalerweise Spannung) werden in der Datei mittels folgender Gleichung normalisiert:

$Y_{norm} = (Y - Y1)/\Delta Y$

wobei $\Delta Y = Y2 - Y1$

So wandeln Sie die normalisierten Y-Werte in der Maskendatei in Spannung um:

$Y = (Y_{norm} * \Delta Y) + Y1$

wobei $\Delta Y = Y2 - Y1$

Die X-Werte (normalerweise Zeit) werden in der Datei mittels folgender Gliechung normalisiert:

$X_{norm} = (X - X1)/\Delta X$

So wandeln Sie die normalisierten X-Werte in Zeit um:

$X = (X_{norm} * \Delta X) + X1$

Oszilloskop-Setup -Informationen

Die Schlüsselwörter „setup" und „end_setup" (allein in einer Zeile stehend) definieren Anfang und Ende des Oszilloskop-Setup-Bereichs der Maskendatei. Die Oszilloskop-Setup-Informationen enthalten Befehle der Fernprogrammierungssprache, die das Oszilloskop beim Laden der Maskendatei ausführt.

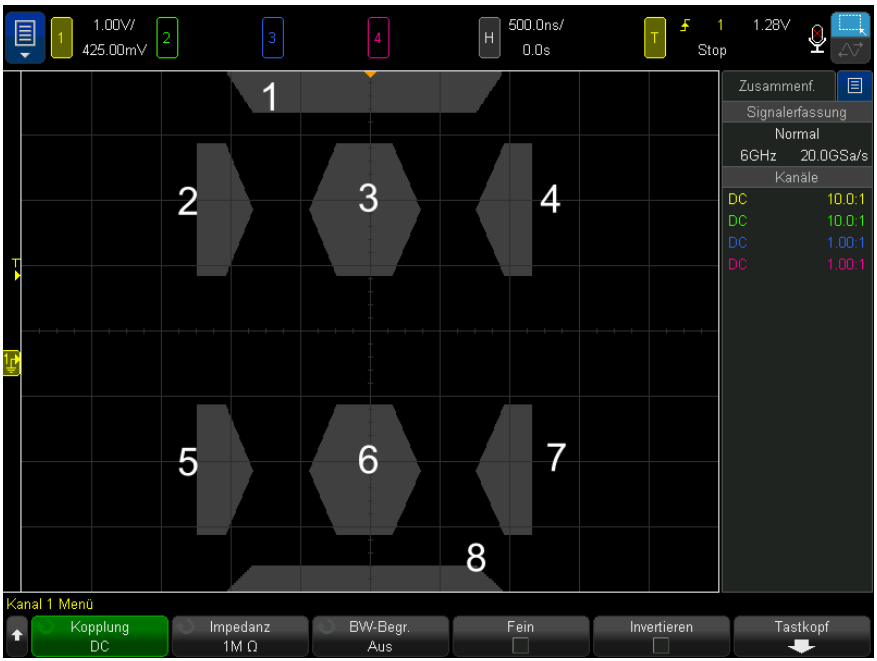
Jeder zulässige Fernprogrammierungsbefehl kann in diesem Abschnitt eingegeben werden.

Die Maskenskalierung steuert, wie die normalisierten Vektoren interpretiert werden. Dies wiederum bestimmt, wie die Maske in der Anzeige dargestellt wird. Folgende Fernprogrammierungsbefehle steuern die Maskenskalierung:

```
:MTES:SCAL:BIND 0 :MTES:SCAL:X1 -400.000E-06 :MTES:SCAL:XDEL +800.000E-06
 :MTES:SCAL:Y1 +359.000E-03 :MTES:SCAL:Y2 +2.35900E+00
```

Erstellen einer Maskendatei

Sie sehen eine Maske, von der alle acht Bereiche genutzt werden.



Diese Maske wird durch Abruf der folgenden Maskendatei erzeugt:

```
MASK_FILE_548XX

"All Regions"

/* Bereich Nummer */ 1 /* Anzahl Scheitelpunkte */ 4 -12.50, MAX -10.00,
1.750 10.00, 1.750 12.50, MAX

/* Bereich Nummer*/ 2 /* Anzahl Scheitelpunkte*/ 5 -10.00, 1.000 -12.50,
0.500 -15.00, 0.500 -15.00, 1.500 -12.50, 1.500

/* Bereich Nummer*/ 3 /* Anzahl Scheitelpunkte*/ 6 -05.00, 1.000 -02.50,
0.500 02.50, 0.500 05.00, 1.000 02.50, 1.500 -02.50, 1.500

/* Bereich Nummer*/ 4 /* Anzahl Scheitelpunkte*/ 5 10.00, 1.000 12.50, 0.
500 15.00, 0.500 15.00, 1.500 12.50, 1.500

/* Bereich Nummer*/ 5 /* Anzahl Scheitelpunkte*/ 5 -10.00, -1.000 -12.50,
 -0.500 -15.00, -0.500 -15.00, -1.500 -12.50, -1.500
```

```
/* Bereich Nummer*/ 6 /* Anzahl Scheitelpunkte*/ 6 -05.00, -1.000 -02.50,
 -0.500 02.50, -0.500 05.00, -1.000 02.50, -1.500 -02.50, -1.500

/* Bereich Nummer*/ 7 /* Anzahl Scheitelpunkte*/ 5 10.00, -1.000 12.50, -
0.500 15.00, -0.500 15.00, -1.500 12.50, -1.500

/* Bereich Nummer*/ 8 /* Anzahl Scheitelpunkte*/ 4 -12.50, MIN -10.00, -1
.750 10.00, -1.750 12.50, MIN

setup :CHANnel1:RANGe +8.00E+00 :CHANnel1:OFFSet +2.0E+00 :CHANnel1:DISPl
ay 1 :TIMebase:MODE MAIN :TIMebase:REFerence CENTer :TIMebase:RANGe +50.0
0E-09 :TIMebase:POSition +10.0E-09 :MTESt:SOURce CHANnel1 :MTESt:ENABle 1
 :MTESt:LOCK 1 :MTESt:SCALe:X1 +10.0E-09 :MTESt:SCALe:XDELta +1.0000E-09
:MTESt:SCALe:Y1 +2.0E+00 :MTESt:SCALe:Y2 +4.00000E+00 end_setup
```

In einer Maskendatei müssen alle Definitionen für die Bereiche mit Leerzeilen voneinander getrennt werden.

Maskenbereiche werden durch eine Anzahl von (x,y) Koordinatenscheitelpunkten definiert (wie im gewöhnlichen x,y Diagramm). Wert "MAX" für "y" steht für das obere Gitterraster, Wert "MIN" für "y" für das untere Gitterraster.

Das Maskendiagramm x,y bezieht sich auf das Oszilloskop-Gitteraster mithilfe der Setup-Befehle :MTESt:SCALe.

Das Gitterraster des Oszilloskops verfügt über eine Zeitreferenzposition (links, in der Mitte oder rechts im Bildschirm) sowie einen Triggerpositions-/Verzögerungswert (t=0) relativ zum Referenzpunkt. Das Gitterraster verfügt ebenso über eine vertikale Erdungsreferenz von 0 V (relativ zur Bildschirmmitte versetzt).

Die Setupbefehle X1 und Y1 verknüpfen den Ursprung des x,y Maskenbereichsgraphen mit den Referenzpositionen t=0 und V=0 des Oszilloskop-Gitterrasters, und die Setupbefehle XDELta und Y2 bestimmen die Größe der Einheiten x und y des Graphen.

- Der Setupbefehl X1 bestimmt die Zeitposition des Ursprungs von x des x,y Graphen.
- Der Setupbefehl Y1 bestimmt die vertikale Position des Ursprungs von y des x,y Graphen.
- Der Setupbefehl XDELta bestimmt die mit jeder x-Einheit verbundene Zeitmenge.
- Der Setupbefehl Y2 ist die vertikale Position des Werts y=1 des x,y Graphen (tatsächlich ist also Y2 – Y1 der YDELta Wert).

Beispiel:

- Wenn Sie für ein Gitterraster mit Triggerposition bei 10 ns (vor einer zentrierten Bildschirmreferenz), den Ursprung des x,y Graphen des Maskenbereichs in der Bildschirmmitte positionieren möchten, wobei dessen Erdungsreferenz (Offset) 2 V unterhalb der Bildschirmmitte ist, geben Sie X1 = 10 ns und Y1 = 2 V an.
- Wird der Parameter XDELta auf 5 ns und Y2 auf 4 V gesetzt, reicht ein Maskenbereich mit Scheitelpunkten bei (-1, 1), (1, 1), (1, -1), und (-1, -1) von 5 ns bis 15 ns und von 0 V bis 4 V.
- Wenn Sie den Ursprung des x,y Graphen des Maskenbereichs zu Position t=0 und V=0 verschieben, indem Sie X1 = 0 und Y1 = 0 festlegen, definieren dieselben Scheitelpunkte einen Bereich, der von -5 ns bis 5 ns und von -2 V bis 2 V reicht.

HINWEIS **Eine Maske kann zwar bis zu 8 Bereiche aufweisen, in jeder vertikalen Spalte können jedoch nur 4 Bereiche definiert werden. Befinden sich 4 Bereiche in einer vertikalen Spalte, muss ein Bereich oben verankert werden (mithilfe des MAX y-Werts) und einer unten (mithilfe des MIN y-Werts).**

Wie wird der Maskentest durchgeführt?

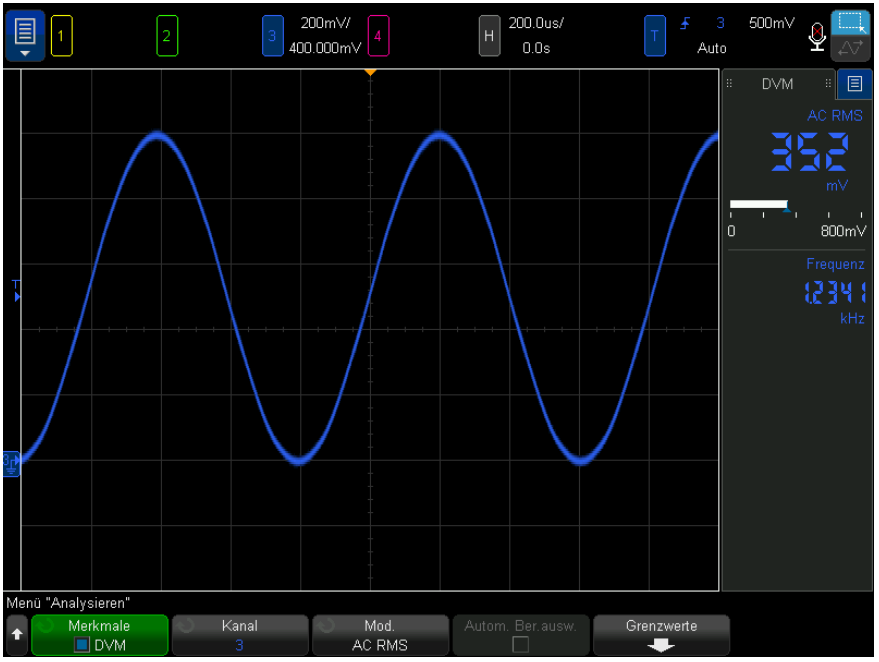
InfiniiVision-Oszilloskope starten Maskentests durch Erstellen einer Datenbank mit dem Wellenformanzeigebereich von 200 x 640. Jede Position im Array ist ein erlaubter oder nicht erlaubter Bereich. Tritt ein Wellenform-Datenpunkt in einem nicht erlaubten Bereich auf, wird ein Fehler protokolliert. Bei Auswahl von **Alle testen** wird jeder aktive analoge Kanal für jede Erfassung anhand der Maskendatenbank getestet. Über 2 Milliarden Fehler können pro Kanal protokolliert werden. Die Zahl der getesteten Erfassungen wird auch protokolliert und als „Anz. Tests" angezeigt.

Die Maskendatei ermöglicht eine höhere Auflösung als die 200 X 640-Datenbank. Eine gewisse Datenquantisierung hat den Zweck, die Maskendateidaten für die Bildschirmanzeige zu reduzieren.

19 Digitalvoltmeter und Zähler

Digitalvoltmeter / 338
Zähler / 340

Um die Analysefunktion des Digitalvoltmeters zu aktivieren, müssen Sie die Option DVMCTR beim Kauf des Oszilloskops oder die Option DSOXDVMCTR als eigenständige Option nach dem Kauf erwerben.



Digitalvoltmeter

Die Analysefunktion des Digitalvoltmeters (DVM) bietet 3-stellige Spannungsmessungen, wenn ein beliebiger Analogkanal verwendet wird. DVM-Messungen erfolgen asynchron zum Erfassungssystem des Oszilloskops und erfassen kontinuierlich Daten.

Die DVM-Anzeige entspricht der typischen Siebensegmentanzeige eines Digitalvoltmeters. Sie zeigt den gewählten Modus sowie die Einheiten an. Einheiten werden mit dem Softkey **Einheiten** im Tastkopfmenü des Kanals ausgewählt.

Die DVM-Anzeige verfügt außerdem über eine Skala, die durch die vertikale Skalierung des Kanals und den Referenzpegel bestimmt wird. Der blaue Dreieckszeiger der Skala zeigt die neueste Messung an. Der weiße Balken darüber zeigt die Messungs-Extremwerte der letzten 3 Sekunden an.

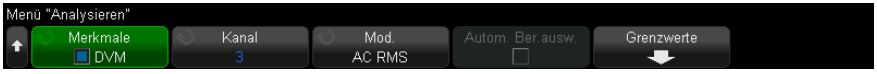
Das DVM erstellt präzise RMS-Messungen, wenn die Signalfrequenz zwischen 20 Hz und 2 kHz beträgt. Wenn die Signalfrequenz außerhalb dieses Bereichs liegt, wird die Information <BB-Begr.? oder >BB-Begr.? auf der DVM-Anzeige angezeigt, um Sie vor ungenauen RMS-Messergebnissen zu warnen.

So verwenden Sie den Digitalvoltmeter:

1 Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.

2 Drücken Sie **Merkmale** und wählen Sie dann **Digitalvoltmeter**.

3 Drücken Sie erneut **Merkmale**, um die DVM-Messungen zu aktivieren.



4 Dann Softkey **Quelle** drücken und den Eingabedrehknopf drehen, um den Analogkanal auszuwählen, auf dem die Messungen mit dem Digitalvoltmeter (DVM) durchgeführt werden.

Der gewählte Kanal muss nicht aktiv sein (eine Wellenform anzeigen), damit DVM-Messungen durchgeführt werden können.

5 Drücken Sie den Softkey **Modus** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Modus des Digitalvoltmeters (DVM) zu wählen:

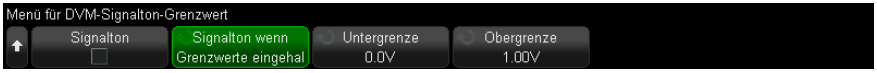
- **AC RMS** – zeigt den quadratischen Mittelwert der erfassten Daten an, wobei die DC-Komponente entfernt wird.
- **DC** – zeigt den Gleichstromwert der erfassten Daten an.
- **DC RMS** – zeigt den quadratischen Mittelwert der erfassten Daten an.

6 Wenn der gewählte Quellkanal nicht bei der Oszilloskop-Triggerung verwendet wird, drücken Sie **Automatische Bereichsauswahl**, um die automatische Einstellung der vertikalen Skalierung des DVM-Kanals, der vertikalen (Null-Linien-) Position und des Triggerpegels (Schwellenspannung) (verwendet für die Zählerfrequenzmessung) zu aktivieren oder zu deaktivieren.

Ist sie aktiviert, überschreibt die **Automatische Bereichsauswahl** versuchte Einstellungen der vertikalen Skalierung des Kanals und der Positionierungsknöpfe.

Ist sie deaktiviert, können Sie die vertikale Skalierung des Kanals und die Positionierungsknöpfe normal verwenden.

7 Drücken Sie den Softkey **Grenzwerte**, um das Menü für DVM-Signalton-Grenzwert zu öffnen, wo Sie Spannungsgrenzwerte eingeben können, bei denen das Oszilloskop ein akustisches Signal ausgibt.



- Drücken Sie den Softkey **Signalton**, um die Tonsignale zu aktivieren/deaktivieren, wenn die angegebenen Digitalvoltmeter-Messwertgrenzen auftreten.
- Drücken Sie den Softkey **Signalton wenn**, um auszuwählen, ob das Oszilloskop einen Signalton ausgeben soll, wenn **Grenzwerte eingehalten** oder **Grenzwerte überschritten** werden.
- Drücken Sie die Softkeys **Untergrenze** und **Obergrenze** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um die Untergrenze des DVM-Messdatenbereichs zu ändern. Sie können diese Softkeys erneut drücken, um ein Tastaturdialogfeld aufzurufen, wo Sie einen genauen Wert eingeben können.

Zähler

Die Zähleranalysefunktion bietet Frequenz-, Perioden- oder Flankenereignis-Zählermessungen (Totalisator), wenn ein beliebiger Analogkanal verwendet wird.

Die Zählermessung zählt Triggerpegelschnittpunkte innerhalb eines bestimmten Zeitraums (Gate-Zeit). Ergebnisse werden in einer Siebensegmentanzeige angezeigt (wie auf einem Standalone-Zähler).

Für Frequenz- und Periodenmessungen gilt:

- Die Gate-Zeit wird indirekt durch die ausgewählte Anzahl der Stellen für die Auflösung, von 3 bis 10, angegeben. Für höhere Auflösungen ist die Gate-Zeit höher.
- Frequenzen mit bis zu 3,2 GHz (typisch 4 GHz) können gemessen werden, es sei denn, USB-Dekodierung mit Hochgeschwindigkeit ist aktiv. In diesem Fall können Frequenzen mit bis zu 1 GHz (typisch 1,2 GHz) gemessen werden.

Für summierte Messungen gilt:

- Die laufende Anzahl der Flanken wird registriert. Sie können wählen, ob positive oder negative Flanken gezählt werden sollen. Bei der Flankentriggerung an einem beliebigen Analogkanal können Sie den Zähler mit einem positiven oder negativen Impuls auf einem zweiten Analogkanal austasten.
- Flankenereignisse mit Frequenzen von bis zu 1 GHz (typisch 1,2 GHz) können gezählt werden.
- Bei der Zähleraustastung beträgt die Gating-Signalsetup-Zeit in der Regel 500 ps und die Hold-Zeit 500 ps, wenn für die Totalisator-Quelle und die Gate-Quelle ähnliche Tastköpfe verwendet werden.

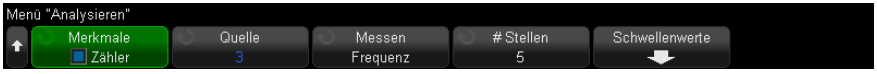
Der Zähler verhält sich asynchron zum Erfassungssystem und erfasst kontinuierlich Daten.

Zur Verwendung des Zählers:

1 Drücken Sie die Taste **[Analyze] Analyse**.

2 Drücken Sie **Funktionen**, anschließend wählen Sie **Zähler**.

3 Drücken Sie **Funktionen** erneut, um den Zähler zu aktivieren.



4 Drücken Sie den Softkey **Quelle** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um das Analogkanalsignal oder das Signal **Qualifiziertes Ereignis triggern** für Zählermessungen zu verwenden.

Bei der Quelle **Qualifiziertes Ereignis triggern** können Sie sehen, wie oft Triggerereignisse erkannt werden. Aufgrund der Erfassungszeit oder Aktualisierungsraten-Funktionalität des Oszilloskops kann dies häufiger vorkommen, als wenn Trigger tatsächlich auftreten. Das TRIG OUT-Signal zeigt, wenn Trigger tatsächlich auftreten. Denken Sie daran, dass der Triggerschaltkreis des Oszilloskops nicht wieder bereit ist, bevor die Holdoff-Zeit auftritt. Die Holdoff-Zeit beträgt mindestens 40 ns; somit beträgt die maximale Frequenz für die Triggerung qualifizierter Ereignisse 25 MHz.

Der gewählte Kanal muss nicht aktiv sein (eine Wellenform anzeigen), damit Zählermessungen durchgeführt werden können.

5 Drücken Sie den Softkey **Grenzwert für Auto-Setup**, damit das Oszilloskop den Pegel für die Schwellenwertspannung (Trigger) für die ausgewählte Analogkanal-Quelle automatisch feststellen und festlegen kann.

6 Drücken Sie den Softkey **Messen** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um auszuwählen, was der Zähler misst:

- **Frequenz** – die Zyklen pro Sekunde (Hz, kHz, oder MHz) des Signals.
- **Periode** – die Zeitperioden der Signalzyklen.
- **Totalisator** – die Summe der Flankenereignisse auf dem Signal.

Frequenz- und Periodenzähler

Für Frequenz- und Periodenmessungen drücken Sie den Softkey **# Stellen**, um die Auflösung des Zählers anzugeben. Sie können zwischen drei- bis zehnstelligen Auflösungen wählen.

Höhere Auflösungen erfordern längere Gate-Zeiten, wodurch die Messungszeiten ebenfalls länger werden.

Totalisator-Zähler

Für (Edge-Ereignis-) Totalisatormessungen drücken Sie den Softkey **Zählwert entfernen**, um den Flankenereigniszähler zurückzusetzen.

Drücken Sie den Softkey **Totalisator**, um das Zählertotalisator-Menü mit folgenden Optionen zu öffnen:

- Drücken Sie den Softkey **Quelle** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Analogkanal auszuwählen, auf dem die Zählermessungen durchgeführt werden.
- Drücken Sie den Softkey **Ereignisflanke**, um zu wählen, ob positive oder negative Flankenereignisse gezählt werden.
- Drücken Sie den Softkey **Gate**, um das Gating der Flankenereignissumme mithilfe eines positiven oder negativen Pegels auf einem zweiten Analogkanal zu aktivieren oder zu deaktivieren.

  Bei aktiviertem Gating:

  a Drücken Sie den Softkey **Gate-Quelle** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den Analogkanal , von dem das Gating-Signal bereitgestellt wird.

  Der ausgewählte Kanal muss nicht aktiv sein (eine Wellenform anzeigen).

  b Drücken Sie den Softkey Polarität, um zu wählen ob positive oder negative Flankenereignisse gezählt werden.

Der Triggerpegel für den gewählten Analogkanal wird verwendet, um die Polarität des Signals festzustellen.

20 Wellenformgenerator

So wählen Sie Typen und Einstellungen generierter Wellenformen aus / 345
So bearbeiten Sie Arbiträrsignale / 349
So geben Sie den Synchronisationsimpuls des Wellenformgenerators aus / 357
So legen Sie die erwartete Ausgangslast fest / 358
So nutzen Sie die Logik-Voreinstellungen des Signalgenerators / 358
So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Rauschen hinzu / 359
So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Modulation hinzu / 359
So stellen Sie die Standardeinstellungen des Wellenformgenerators wieder her / 365
So konfigurieren Sie die Dual-Kanal-Verfolgung / 366

Im Oszilloskop ist ein Wellenformgenerator integriert. Dieser wird durch die Option WGN oder das Upgrade DSOX6WAVEGEN2 aktiviert. Der integrierte Wellenformgenerator ermöglicht auf komfortable Weise, Eingangssignale beim Testen von Schaltkreisen mit dem Oszilloskop zu erzeugen.

Die Einstellungen für den Wellenformgenerator können mit Oszilloskop-Setups gespeichert und erneut abgerufen werden. Siehe hierzu Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367.

So wählen Sie Typen und Einstellungen generierter Wellenformen aus

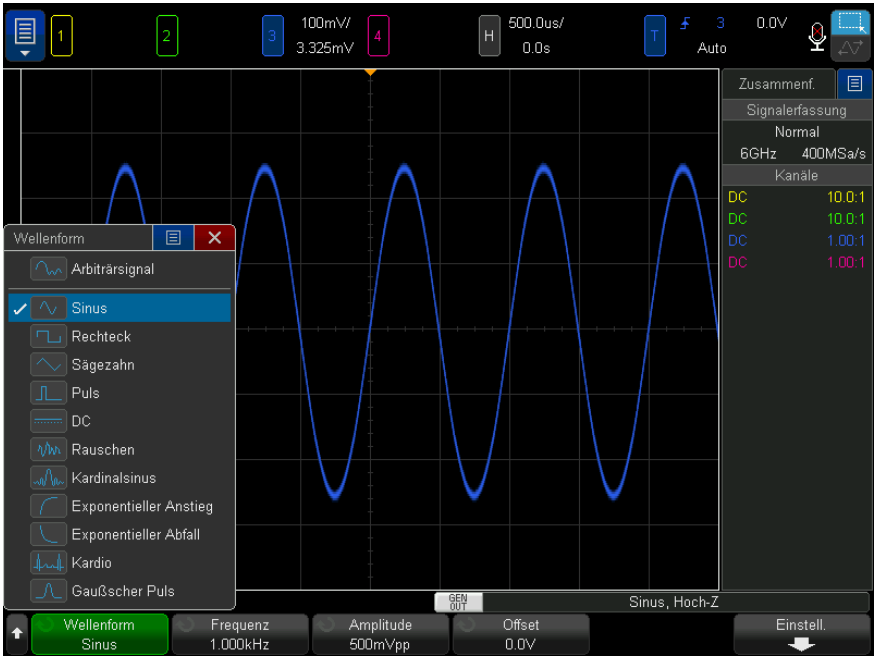
1 Um auf das Menü Wellenformgenerator zuzugreifen und den Wellenformgeneratorausgang Gen Out-BNC am vorderen Bedienfeld zu aktivieren bzw. deaktivieren, drücken Sie die Taste **[Wave Gen] Generator**.

Bei aktiviertem Wellenformgeneratorausgang ist die Taste **[Wave Gen] Generator** beleuchtet. Bei deaktiviertem Wellenformgeneratorausgang ist die Taste **[Wave Gen] Generator** nicht beleuchtet.

Der Wellenformgeneratorausgang ist direkt nach dem Einschalten des Geräts stets deaktiviert.

Der Wellenformgeneratorausgang wird automatisch deaktiviert, wenn eine zu hohe Spannung am Gen Out-BNC-Anschluss anliegt.

2 Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator den Softkey **Wellenform**; drehen Sie dann den Eingabedrehknopf zur Auswahl des Wellenformtyps.



3 Stellen Sie je nach ausgewähltem Wellenformtyp mithilfe der übrigen Softkeys und des Eingabedrehknopfes die Eigenschaften der Wellenform ein.

Waveform Type (Signaldatentyp)	Eigenschaften	Frequenzbereich	Max. Amplitude[2] (Hoch-Z)[?1]	Offset[2] (Hoch-Z)[1]
Arbiträr	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz/Frequenz fein/Periode/Periode fein**, **Amplitude/Obere Ebene** und **Offset/Untere Ebene** die Arbiträrsignalparameter ein. Definieren Sie mit dem Softkey **Wellenform bearbeiten** die Form des Arbiträrsignals. Siehe "So bearbeiten Sie Arbiträrsignale" auf Seite 349.	100 mHz bis 12 MHz	20 mVpp bis 10 Vpp	±5.00 V
Sinus	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz/Frequenz fein/Periode/Periode fein**, **Amplitude/Obere Ebene** und **Offset/Untere Ebene** die Sinussignalparameter ein.	100 mHz bis 20 MHz	20 mVpp bis 10 Vpp	±4.00 V
Rechteck	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz/Frequenz fein/Periode/Periode fein**, **Amplitudd/Obere Ebene**, **Offset/Untere Ebene** sowie**Tastgrad** die Rechteckwellen-Signalparameter ein. Der Tastgrad kann von 20% bis 80% eingestellt werden.	100 mHz bis 10 MHz	20 mVpp bis 10 Vpp	±5.00 V
Sägezahn	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz/Frequenz fein/Periode/Periode fein**, **Amplitude/Obere Ebene**, **Offset/Untere Ebene** sowie **Symmetrie** die Sägezahnsignalparameter ein. Die Symmetrie gibt an, welchen Anteil der Zeit eines Zyklus das Ansteigen der Sägezahnwellenform beansprucht, und kann von 0% bis 100% eingestellt werden.	100 mHz bis 200 kHz	20 mVpp bis 10 Vpp	±5.00 V
Impuls	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz/Frequenz fein/Periode/Periode fein**, **Amplitude/Obere Ebene**, **Offset/Untere Ebene** sowie **Breite/Breite fein** die Impulssignalparameter ein. Die Pulsbreite can be angepasst von 20 ns bis der periode Minuten 20 ns.	100 mHz bis 10 MHz.	20 mVpp bis 10 Vpp	±5.00 V
DC	Stellen Sie mit dem Softkey **Offset** den DC-Pegel ein.	entfällt	entfällt	±10.00 V

Waveform Type (Signaldatentyp)	Eigenschaften	Frequenzbereich	Max. Amplitude[2] (Hoch-Z)[?1]	Offset[2] (Hoch-Z)[1]
Rauschen	Stellen Sie mit **Amplitude**/**Obere Ebene** und **Offset**/**Untere Ebene** die Rauschsignalparameter ein.	entfällt	20 mVpp bis 10 Vpp	±5.00 V
Kardinalsinus	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz**/**Frequenz fein**/**Periode**/**Periode fein**, **Amplitude** und **Offset** die Sinc-Signalparameter ein.	100 mHz bis 1 MHz	20 mVpp bis 9 Vpp	±2.50 V
Exponentieller Anstieg	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz**/**Frequenz fein**/**Periode**/**Periode fein**, **Amplitude**/**Obere Ebene** und **Offset**/**Untere Ebene** die Signalparameter für exponentiellen Anstieg ein.	100 mHz bis 5 MHz	20 mVpp bis 10 Vpp	±5.00 V
Exponentieller Abfall	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz**/**Frequenz fein**/**Periode**/**Periode fein**, **Amplitude**/**Obere Ebene** und **Offset**/**Untere Ebene** die Signalparameter für exponentiellen Abfall ein.	100 mHz bis 5 MHz	20 mVpp bis 10 Vpp	±5.00 V
Kardio	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz**/**Frequenz fein**/**Periode**/**Periode fein**, **Amplitude** und **Offset** die Kardio-Signalparameter ein.	100 mHz bis 200 kHz	20 mVpp bis 9 Vpp	±2.50 V
Gaußscher Puls	Stellen Sie mit den Softkeys **Frequenz**/**Frequenz fein**/**Periode**/**Periode fein**, **Amplitude** und **Offset** die Gaußschen Pulssignalparameter ein.	100 mHz bis 5 MHz	20 mVpp bis 7,5 Vpp	±2.50 V

[1]Wenn die Ausgangslast 50 Ω beträgt, werden diese Werte halbiert.

[2]Die Mindestamplitude ist auf 40 mVpp begrenzt, wenn der Offset größer ist als 500 mV oder kleiner als -500 mV. Ebenso ist der Offset auf +/-500 mV begrenzt, wenn die Amplitude unter 40 mVpp liegt.

Durch Drücken eines Signalparameter-Softkeys können Sie ein Menü zur Auswahl des Einstellungstyps aufrufen. Sie können z. B. wählen, Amplituden- und Offset-Werte bzw. Werte der oberen und unteren Ebene einzugeben. Sie können auch Frequenz- oder Periodenwerte eingeben. Halten Sie den Softkey zur Auswahl des Einstellungstyps gedrückt. Stellen Sie den Wert mit dem Eingabedrehknopf ein.

Beachten Sie auch, dass Sie den anderen Wellenformgenerator-Ausgang für die Verfolgung der Einstellungen für Frequenz, Amplitude, Offset und Tastgrad konfigurieren können. Siehe “So konfigurieren Sie die Dual-Kanal-Verfolgung" auf Seite 366.

Der Softkey **Einstell.** öffnet das Menü Wellenformgeneratoreinstellungen, in dem Sie weitere Einstellungen für den Wellenformgenerator vornehmen können.

Siehe:

- “So geben Sie den Synchronisationsimpuls des Wellenformgenerators aus" auf Seite 357
- “So legen Sie die erwartete Ausgangslast fest" auf Seite 358
- “So nutzen Sie die Logik-Voreinstellungen des Signalgenerators" auf Seite 358
- “So konfigurieren Sie die Dual-Kanal-Verfolgung" auf Seite 366
- “So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Modulation hinzu" auf Seite 359
- “So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Rauschen hinzu" auf Seite 359
- “So stellen Sie die Standardeinstellungen des Wellenformgenerators wieder her" auf Seite 365

So bearbeiten Sie Arbiträrsignale

1 Wenn **Arbiträrsignal** als Wellenformtyp ausgewählt ist (siehe “So wählen Sie Typen und Einstellungen generierter Wellenformen aus" auf Seite 345), drücken Sie den Softkey **Wellenf. bearb.**, um das Menü Wellenf. bearb. aufzurufen.

Wenn Sie das Menü Wellenf. bearb. aufrufen, sehen Sie die vorhandene Arbiträrsignaldefinition. Spannung und Zeitraum, die im Diagramm angezeigt werden, sind die Grenzwertparameter – sie stammen von den Frequenz- und Amplitudeneinstellungen im Wellenformgenerator-Hauptmenü.

2 Verwenden Sie die Softkeys im Menü Wellenf. bearb., um die Form des Arbiträrsignals zu definieren:

Funktionstaste	Beschreibung
Neu erstellen	Öffnet das Menü Neue Wellenf. Siehe hierzu "Erstellen neuer Arbiträrsignale" auf Seite 351.
Best. bearb.	Öffnet das Menü Wellenformpkt. bearb. Siehe hierzu "Bearbeiten vorhandener Arbiträrsignale" auf Seite 352.

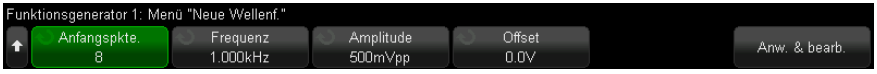
Funktionstaste	Beschreibung
Interpolieren	Gibt an, wie Linien zwischen Arbiträrsignalpunkten gezeichnet werden. Bei Aktivierung werden die Linien im Wellenformeditor zwischen Punkten gezogen. Spannungspegel ändern sich linear zwischen einem Punkt und dem nächsten. Bei Deaktivierung sind alle Liniensegmente im Wellenformeditor horizontal. Der Spannungspegel eines Punktes bleibt bis zum nächsten Punkt bestehen.
Quelle	Wählt den Analogkanal oder die Referenzwellenform zur Erfassung und Speicherung im Arbiträrsignal. Siehe hierzu “Erfassen anderer Wellenformen für das Arbiträrsignal" auf Seite 356.
Quelle spei. Zu Arb	Erfasst die ausgewählte Wellenformquelle und kopiert sie in das Arbiträrsignal. Siehe hierzu “Erfassen anderer Wellenformen für das Arbiträrsignal" auf Seite 356.

HINWEIS

Sie können mit der Taste und dem Menü **[Save/Recall] Speichern/Abrufen** Arbiträrwellenformen an einem von vier internen Speicherorten oder auf einem USB-Speichergerät speichern und die Wellenformen später erneut aufrufen. Siehe hierzu “So speichern Sie Arbiträrsignale" auf Seite 375 und “So rufen Sie Arbiträrsignale ab" auf Seite 380.

Erstellen neuer Arbiträrsignale

Das Menü Neue Wellenf. wird durch Drücken auf **Neu erstellen** im Menü Wellenf. bearb. aufgerufen.



So erstellen Sie ein neues Arbiträrsignal:

1. Drücken Sie im Menü Neue Wellenf. auf **Anfangspkte.**; wählen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf die Anfangspunkte in der neuen Wellenform aus.

   Die neue Wellenform ist eine Rechteckwelle mit der von Ihnen angegebenen Anzahl von Punkten. Die Punkte sind gleichmäßig über den Zeitraum verteilt.

2. Stellen Sie mit dem Softkey **Frequenz/Frequenz fein/Periode/Periode fein** den Grenzwertparameter für den Zeitraum (Wiederholungsfrequenz) des Arbiträrsignals ein.

3 Verwenden Sie die **Amplitude**/**Obere Ebene**- und **Offset**/**Untere Ebene**-Softkeys, um den Spannungsgrenzwertparameter des Arbiträrsignals festzulegen.

4 Wenn Sie das neue Arbiträrsignal erstellen möchten, drücken Sie **Anw. & bearb.**.

VORSICHT

Wenn Sie ein neues Arbiträrsignal erstellen, wird die bestehende Arbiträrsignaldefinition überschrieben. Sie können mit der Taste und dem Menü [Save/Recall] Speichern/Abrufen Arbiträrsignale an einem von vier internen Speicherorten oder auf einem USB-Speichergerät speichern und die Wellenformen später erneut aufrufen. Siehe hierzu “So speichern Sie Arbiträrsignale" auf Seite 375 und “So rufen Sie Arbiträrsignale ab" auf Seite 380.

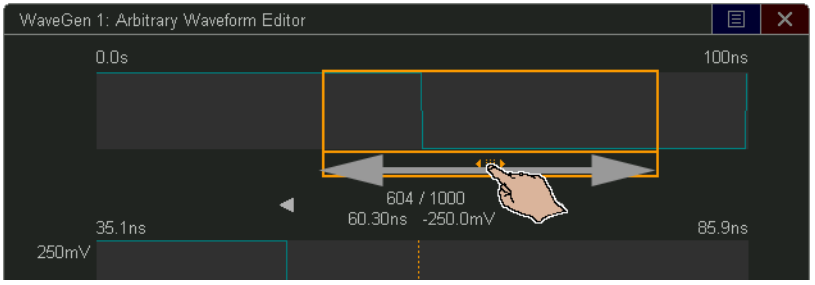
Die neue Wellenform wird erstellt und das Menü Wellenformpunkte bearbeiten wird geöffnet. Siehe hierzu “Bearbeiten vorhandener Arbiträrsignale" auf Seite 352.

Beachten Sie, dass Sie ein neues Arbiträrsignal auch erstellen können, indem Sie eine andere Wellenform erfassen. Siehe hierzu “Erfassen anderer Wellenformen für das Arbiträrsignal" auf Seite 356.

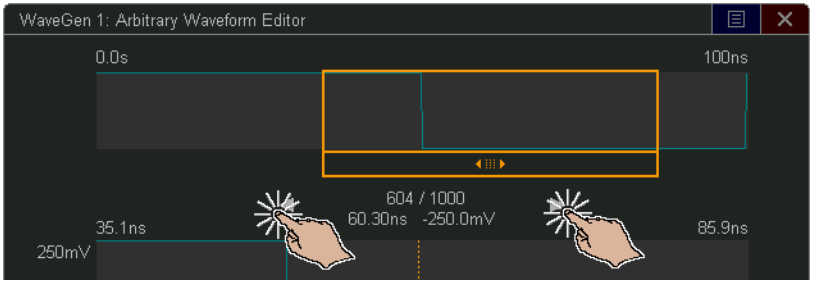
Bearbeiten vorhandener Arbiträrsignale

Verwendung des Touchscreens zur Bearbeitung vorhandener Wellenformen

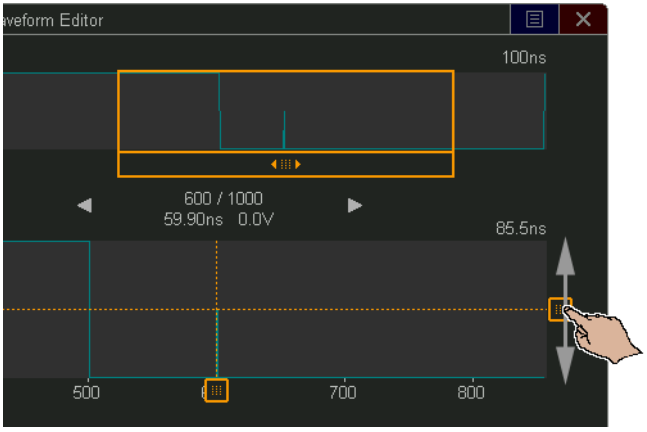
Um einen Punkt auszuwählen, berühren oder ziehen Sie ihn in die Anzeige der vollständigen Wellenform (oben):



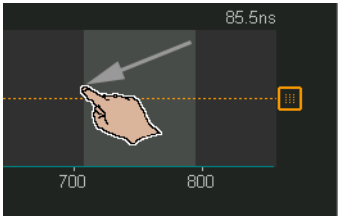
Zur Auswahl feiner Punkte berühren Sie die Pfeile für den vorherigen Punkt oder nächsten Punkt:



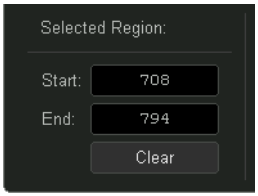
Zur Anpassung des Werts eines Punktes ziehen Sie am Ziehpunkt für die Spannung nach oben und nach unten:



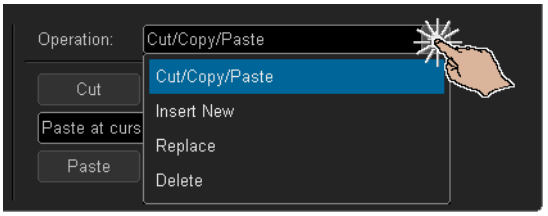
Um einen Punktebereich auszuwählen, ziehen Sie ihn über die obere oder untere Anzeige der Wellenform:



Zur Feineinstellung der Bereichsauswahl (oder zur Entfernun der Auswahl) verwenden Sie die Steuerelemente **Ausgewählter Bereich**:



Zur Durchführung von Punktefunktionen berühren Sie die Dropdown-Liste **Operation** und verwenden die Steuerelemente für die ausgewählte Operation:

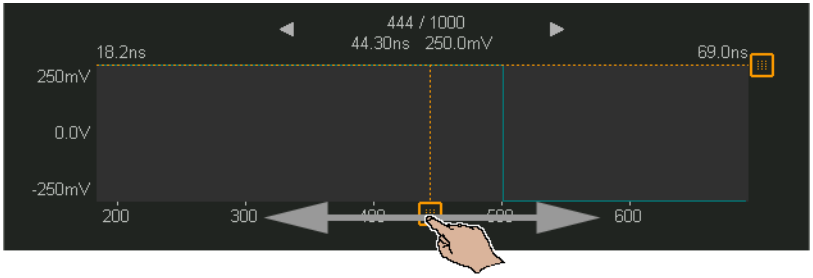


- **Ausschneiden/Kopieren** ausgewählter Punktebereiche in die Zwischenablage und **Einfügen** von Punkten aus der Zwischenablage.

  Beim Einfügen von Punkten aus der Zwischenablage können sie am Anfang, Ende oder an der Cursorposition (aktuell ausgewählter Punkt) einfügen, oder den ausgewählten Punktebereich ersetzen.
- **Neu einfügen** von Punkten.

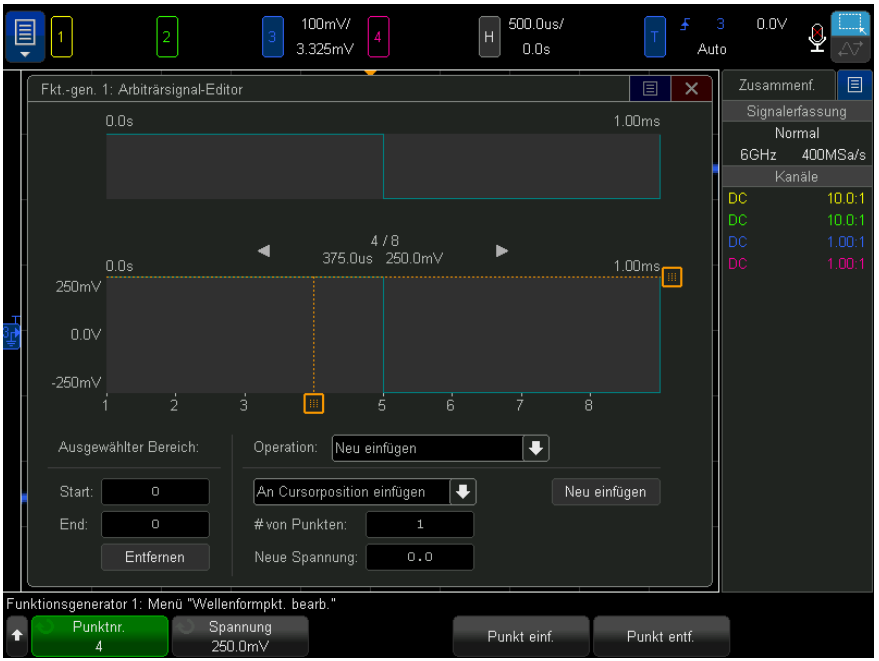
  Sie können die Anzahl neuer Punkte und ihrer Spannung festlegen.
- **Ersetzen** eines ausgewählten Punktebereichs mit neuen Punkten.
- **Löschen** eines ausgewählten Punktebereichs.

Um in der Arbiträrwellenform zu navigieren und Punkte auszuwählen, ziehen Sie den Griff für die Punktauswahl nach links oder rechts über den Anzeigebereich:



Verwendung von Softkeys zur Bearbeitung vorhandener Wellenformen

Das Menü Wellenformpunkte bearbeiten wird geöffnet, indem Sie im Menü Wellenform bearbeiten **Best. bearb.** oder beim Erstellen eines neuen Arbiträrsignals **Anw. & bearb.** drücken.



So geben Sie die Spannungswerte von Punkten an:

1 Drücken **Sie Punktnummer** und wählen Sie mithilfe des Eingabedrehknopfs den Punkt aus, dessen Spannungswert festgelegt werden soll.

2 Drücken Sie **Spannung** und legen Sie den Spannungswert des Punktes über den Eingabedrehknopf fest.

So fügen Sie einen Punkt ein:

1 Drücken Sie **Punktnummer und wählen Sie über den Eingabedrehknopf den Punkt aus, nach dem der neue Punkt eingefügt werden soll.**

2 Drücken Sie **Punkt einfügen**.

Alle Punkte werden so angepasst, dass der Zeitabstand zwischen den Punkten einheitlich ist.

So entfernen Sie einen Punkt:

1 Drücken Sie **Punkt nummer** und wählen Sie über den Eingabedrehknopf den Punkt aus, der entfernt werden soll.

2 Drücken Sie **Punkt entfernen**.

Alle Punkte werden so angepasst, dass der Zeitabstand zwischen den Punkten einheitlich ist.

Erfassen anderer Wellenformen für das Arbiträrsignal

Das Menü Wellenform bearbeiten wird geöffnet, indem Sie im Wellenformgenerator-Hauptmenü **Wellenform bearbeiten** wählen.

So erfassen Sie eine andere Wellenform für das Arbiträrsignal:

1 Drücken Sie **Quelle** und wählen Sie über den Eingabedrehknopf den Analogkanal, die mathematische Wellenform oder den Referenzwellenformspeicherort aus, dessen bzw. deren Wellenform erfasst werden soll.

2 Drücken Sie **Quelle spei. Zu Arb**.

VORSICHT Wenn Sie ein neues Arbiträrsignal erstellen, wird die bestehende Arbiträrsignaldefinition überschrieben. Sie können mit der Taste und dem Menü **[Save/Recall] Speichern/Abrufen** Arbiträrsignale an einem von vier internen Speicherorten oder auf einem USB-Speichergerät speichern und die Wellenformen später erneut aufrufen. Siehe hierzu "So speichern Sie Arbiträrsignale" auf Seite 375 und "So rufen Sie Arbiträrsignale ab" auf Seite 380.

Die Quellwellenform wird in 8192 (Maximum) oder weniger Arbiträrsignalpunkte dezimiert.

HINWEIS Wenn die Quellsignalfrequenz und/oder die Spannung die Fähigkeiten des Wellenformgenerators übersteigen, ist das Arbiträrsignal auf die Fähigkeiten des Wellenformgenerators beschränkt. Beispiel: Aus einer 20- MHz -Wellenform, die als Arbiträrsignal erfasst wird, wird eine 12-MHz-Wellenform.

So geben Sie den Synchronisationsimpuls des Wellenformgenerators aus

1. Falls das Menü Wellenformgenerator aktuell nicht in den Softkeys des Oszilloskops angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[Wave Gen] Generator**.
2. Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator den Softkey **Einstell.**.
3. Drücken Sie im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen den Softkey **Trig.-Ausgang** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf zur Auswahl von **Wellenformgenerator-Synchronisationsimpuls**.

Waveform Type (Signaldatentyp)	Sync-Signal-Eigenschaften
Alle Wellenformen außer DC, Rauschen und Kardio	Das Sync-Signal ist ein positiver TTL-Impuls, der auftritt, wenn die Wellenform über null Volt (oder den DC-Offset-Wert) ansteigt.
DC, Rauschen und Kardio	–

So legen Sie die erwartete Ausgangslast fest

1. Falls das Menü Wellenformgenerator aktuell nicht in den Softkeys des Oszilloskops angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[Wave Gen] Generator**.
2. Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator den Softkey **Einstell.**.
3. Drücken Sie im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen den Softkey **Out Load**; drehen Sie dann den Eingabedrehknopf zur Auswahl unter:
   - **50 Ω**
   - **Hoch-Z**

Die Ausgangsimpedanz des Gen Out-BNC-Anschlusses ist auf 50 Ohm festgelegt. Die Auswahl der Ausgangslast lässt den Wellenformgenerator jedoch die richtige Amplitude und Offset-Pegel für die erwartete Ausgangslast anzeigen.

Falls die Lastimpedanz von diesem Sollwert abweicht, werden falsche Amplituden- und Offsetwerte angezeigt.

So nutzen Sie die Logik-Voreinstellungen des Signalgenerators

Mithilfe der Logik-Voreinstellungswerte können Sie leicht die Ausgangsspannung auf niedrige und hohe Werte stellen, welche mit TTL, CMOS (5,0 V), CMOS (3,3 V), CMOS (2,5 V) oder ECL kompatibel sind.

1. Falls das Menü Wellenformgenerator aktuell nicht in den Softkeys des Oszilloskops angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[Wave Gen] Generator**.
2. Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator den Softkey **Einstell.**.
3. Drücken Sie im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen den Softkey **Logik-Voreinstellungen**.
4. Drücken Sie im Voreinstellungsmenü der Logik-Polarität des Signalgenerators einen der Softkeys, um die erzeugten Niedrig- und Hochspannungen des Signals auf logikkompatible Werte einzustellen.

Softkey (Logikwerte)	Niedriger Wert	Hoher Pegel
TTL	0 V	+5 V (oder ein TTL-kompatibler hoher Pegel, falls +5 V nicht erreicht werden kann).
CMOS (5,0V)	0 V	+5 V
CMOS (3,3V)	0 V	+3.3 V
CMOS (2,5 V)	0 V	+2.5 V
ECL	-1.7 V	-0.9 V

So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Rauschen hinzu

1 Falls das Menü Wellenformgenerator aktuell nicht in den Softkeys des Oszilloskops angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[Wave Gen] Generator**.

2 Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator den Softkey **Einstell.**.

3 Drücken Sie im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen den Softkey **Rauschen hinz.** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den Anteil Weißrauschen, der der Ausgabe des Wellenformgenerators hinzugefügt werden soll.

Beachten Sie, dass das Hinzufügen von Rauschen Auswirkungen auf die Flankentriggerung an der Wellenformgeneratorquelle (siehe “Flankentrigger" auf Seite 186) als auch auf das Ausgangssignal des Synchronisationsimpulses des Wellenformgenerators hat (welches an TRIG OUT gesendet werden kann, siehe “Einstellen der rückwärtigen TRIG OUT-Quelle" auf Seite 401). Dies liegt daran, dass sich der Triggerkomparator an der Quelle für das Rauschen befindet.

So fügen Sie der Ausgabe des Wellenformgenerators Modulation hinzu

Die Modulation erfolgt, wenn ein ursprüngliches Trägersignal entsprechend der Amplitude eines zweiten Modulationssignals verändert wird. Der Modulationstyp (AM, FM, oder FSK) bestimmt, wie das Trägersignal verändert wird.

Modulierte Wellenformen sind am Ausgang WaveGen1 verfügbar.

So aktivieren und konfigurieren Sie die Modulation für den Wellenformgenerator:

1. Falls das Menü Wellenformgenerator aktuell nicht in den Softkeys des Oszilloskops angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[Wave Gen] Generator**.
2. Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator den Softkey **Einstell.**.
3. Drücken Sie im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen den Softkey **Modulation**.
4. Im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen:

- Drücken Sie den Softkey **Modulation**, um den modulierten Wellenformgeneratorausgang zu aktivieren oder deaktivieren.

  Sie können die Modulation für alle Funktionsarten des Wellenformgenerators aktivieren, mit Ausnahme der Funktionen für Arbiträrsignal, Rechteck, Puls, DC, Rauschen und Gaußscher Puls.

  Modulation ist nicht verfügbar, wenn die Wellenformgenerator-Funktion zur Dual-Kanal-Verfolgung verwendet wird.

- Drücken Sie den Softkey **Typ**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf den Modulationstyp:
  - **Amplitudenmodulation (AM)** – Die Amplitude des ursprünglichen Trägersignals wird durch die Amplitude des Modulationssignals verändert. Siehe "So konfigurieren Sie die Amplitudenmodulation (AM)" auf Seite 361.
  - **Frequenzmodulation (FM)** – Die Frequenz des ursprünglichen Trägersignals wird durch die Amplitude des Modulationssignals verändert. Siehe "So konfigurieren Sie die Frequenzmodulation (FM)" auf Seite 362.
  - **FSK-Modulation (FSK)** – Die Ausgangsfrequenz „schaltet um" zwischen der ursprünglichen Trägerfrequenz und einer „Hop-Frequenz" mit der angegebenen FSK-Rate. Von der FSK-Rate wird ein digitales Rechteckwellen-Modulationssignal festgelegt. Siehe "So konfigurieren Sie die Frequency-Shift Keying Modulation (FSK)" auf Seite 364.

So konfigurieren Sie die Amplitudenmodulation (AM)

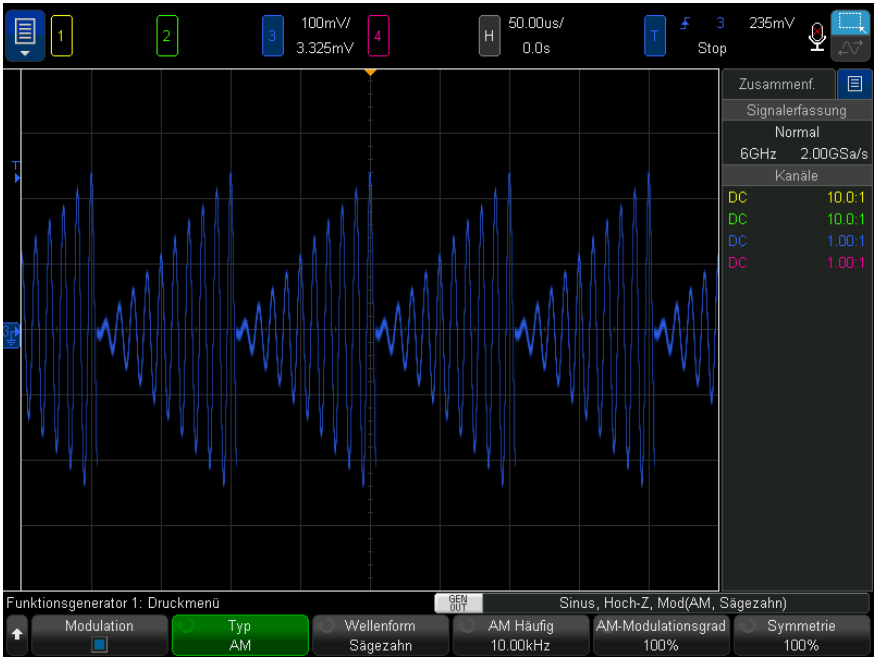
Im Menü Wellenformgeneratormodulation (unter **[Wave Gen] Generator > Einstell. > Modulation**):

1. Drücken Sie den Softkey **Typ** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um **Amplitudenmodulation (AM)** auszuwählen.
2. Drücken Sie den Softkey **Signal** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um die Form des Modulationssignals anzugeben:
   - **Sinus**
   - **Rechteck**
   - **Sägezahn**

   Wird die Form **Sägezahn** ausgewählt, erscheint ein Softkey **Symmetrie** zur Angabe der Zeitspanne pro Zyklus, während der das Sägezahnsignal ansteigt.
3. Drücken Sie den Softkey **AM Häufig** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um die Frequenz des Modulationssignals anzugeben.
4. Drücken Sie den Softkey **AM-Modulationsgrad** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um die Stärke der Amplitudenmodulation anzugeben.

   AM-Modulationsgrad bezieht sich auf den Abschnitt des Amplitudenbereichs, der von der Modulation verwendet werden wird. Beispielsweise führt eine Tiefeneinstellung von 80% dazu, dass die ausgegebene Amplitude zwischen 10% bis 90% der ursprünglichen Amplitude variiert (90% – 10% = 80%), da das Modulationssignal von seiner Mindest- zu seiner maximalen Amplitude wechselt.

Der folgende Bildschirm zeigt die AM-Modulation eines 100 kHz Sinuswellenträgersignals.



So konfigurieren Sie die Frequenzmodulation (FM)

Im Menü Wellenformgeneratormodulation (unter **[Wave Gen] Generator > Einstell. > Modulation**):

1. Drücken Sie den Softkey **Typ** und dehen Sie den Eingabedrehknopf, um **Frequenzmodulation (FM)** auszuwählen.
2. Drücken Sie den Softkey **Signal** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um die Form des Modulationssignals anzugeben:
   - **Sinus**
   - **Rechteck**
   - **Sägezahn**

   Wird die Form **Sägezahn** ausgewählt, erscheint ein Softkey **Symmetrie** zur Angabe der Zeitspanne pro Zyklus, während der das Sägezahnsignal ansteigt.
3. Drücken Sie diesen Softkey und verwenden Sie den Eingabedrehknopf **FM-Häufig** , um die Frequenz des Modulationssignals anzugeben.

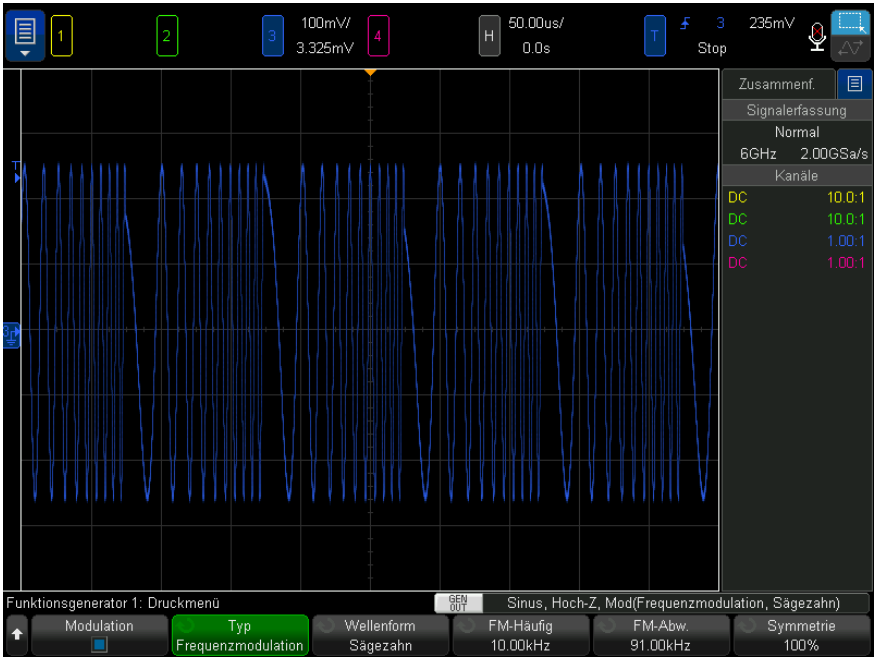
4 Drücken Sie den Softkey **FM-Abw.** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um den Frequenzhub gemessen von der ursprünglichen Trägersignalfrequenz anzugeben.

Befindet sich das Modulationssignal auf seiner höchsten Amplitude, handelt es sich bei der Ausgangsfrequenz um die Frequenz des Trägersignals plus Abweichung; befindet sich das Modulationssignal auf seiner niedrigsten Amplitude, handelt es sich bei der Ausgangsfrequenz um die Frequenz des Trägersignals minus Abweichung.

Der Frequenzhub darf nicht größer sein als die Originalträgerfrequenz.

Die Summe von ursprünglicher Trägersignalfrequenz und Frequenzhub muss zudem geringer oder gleich der Maximalfrequenz für die ausgewählte Wellenformgeneratorfunktion plus 100 kHz sein.

Der folgende Bildschirm zeigt die FM-Modulation eines 100 kHz Sinuswellenträgersignals.



So konfigurieren Sie die Frequency-Shift Keying Modulation (FSK)

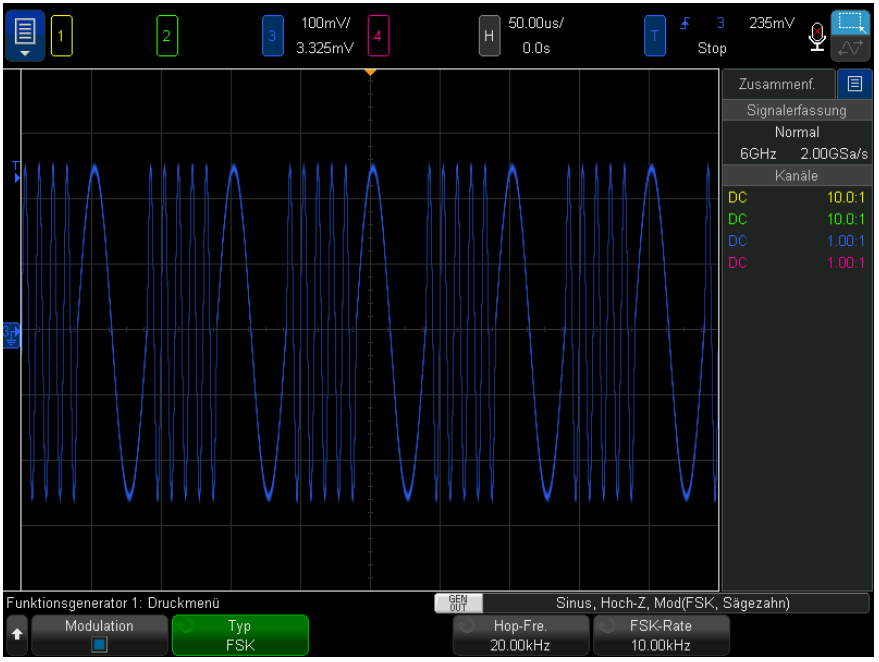
Im Menü Wellenformgeneratormodulation (unter **[Wave Gen] Generator > Einstell. > Modulation**):

1. Drücken Sie den Softkey **Typ** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um **Frequenzmodulation (FM)** auszuwählen.
2. Drücken Sie den Softkey **Hop-Fre.** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die „Hop-Frequenz" anzugeben.

   Die Ausgangsfrequenz schaltet zwischen der Originalträgerfrequenz und dieser Hop-Frequenz um.
3. Drücken Sie den Softkey **FSK-Rate** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um die Rate anzugeben, mit der die Ausgangsfrequenz wechselt.

   Von der FSK-Rate wird ein digitales Rechteckwellen-Modulationssignal festgelegt.

Der folgende Bildschirm zeigt die FSK-Modulation eines 100 kHz Sinuswellenträgersignals.



So stellen Sie die Standardeinstellungen des Wellenformgenerators wieder her

1. Falls das Menü Wellenformgenerator aktuell nicht in den Softkeys des Oszilloskops angezeigt wird, drücken Sie die Taste **[Wave Gen] Generator**.
2. Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator den Softkey **Einstell.**.
3. Drücken Sie im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen den Softkey **Standard Wellengen.**.

   Die werkseitigen Einstellungen des Wellenformgenerators (1 kHz-Sinuswelle, 500 mVpp, 0 V Offset, Hoch-Z-Ausgangslast) werden wiederhergestellt.

So konfigurieren Sie die Dual-Kanal-Verfolgung

Sie können einen Wellenformgenerator-Ausgang so konfigurieren, dass Einstellungen des anderen Wellenformgenerator-Ausgangs registriert werden.

So konfigurieren Sie die Dual-Kanal-Verfolgung:

1. Drücken Sie die Taste **[Wave Gen1] Generator 1** oder **[Wave Gen2] Generator 2** für den Ausgang des Wellenformgenerators, den Sie nachverfolgen möchten.
2. Drücken Sie im Menü Wellenformgenerator **Einstell.**
3. Drücken Sie im Menü Wellenformgeneratoreinstellungen den Softkey **Dual -Kan**.
4. Im Menü Wellenformgenerator: Dual-Kanal haben Sie folgende Möglichkeiten:
   - **Nachverfolgung** – Änderungen der Frequenz, Amplitude, Offset und Arbeitszyklus dieses Wellenformgenerator-Ausgangssignals werden vom anderen Wellenformgeneratorausgang nachverfolgt.
   - **Freq.-Tracking** – Frequenzänderungen an diesem Wellenformgenerator-Ausgangssignal werden vom anderen Wellenformgeneratorausgang nachverfolgt.
   - **Amp Tracking** – Amplituden- und Offsetänderungen an diesem Wellenformgenerator-Ausgangssignal werden vom anderen Wellenformgeneratorausgang nachverfolgt.
   - **Phase (°)** – ermöglicht Ihnen die Anpassung der Phase eines frequenzverfolgten Wellenformgenerator-Ausgangs.

     Nicht bei allen Wellenformen, für die eine Frequenzverfolgung möglich ist, können Phasen angepasst werden.
   - **Copy Waveform to WaveGen2/1** – konfiguriert den Ausgang des anderen Wellenformgenerators identisch mit dem Ausgang dieses Wellenformgenerators (wobei die Form jedes Ausgangssignals jedoch invertiert werden kann).

Die Frequenzverfolgung ist nicht bei allen Wellenformen möglich. Wenn die Optionen für **Nachverfolgung** oder **Freq.-Tracking** aktiviert sind, werden die ausgewählten Wellenformen für den anderen Wellenformgenerator abhängig von der Wellenform dieses Generators eingeschränkt.

Ebenso sind Änderungen für nachverfolgte Einstellungen im anderen Wellenformgenerator bei aktivierter Nachverfolgung nicht verfübar (abgedunkelt).

21 Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten)

Speichern von Setups, Bildschirmbildern und Daten / 368
Konfiguration für E-Mail-Versand, Bildschirmabbildungen, oder Daten / 377
Abruf von Setups, Masken oder Daten / 378
Abrufen des Standard-Setups / 381
Durchführen eines sicheren Löschens / 381

Oszilloskop-Setups, Referenzwellenformen und Maskendateien können im internen Oszilloskopspeicher oder auf einem USB-Speichergerät gespeichert und später wieder abgerufen werden. Ebenso können Sie die Standardeinstellungen und die werkseitig festgelegten Einstellungen wieder abrufen.

Bildschirmbilder des Oszilloskops können im BMP- oder PNG-Format auf einem USB-Speichergerät gespeichert werden.

Erfasste Wellenformdaten können auf einem USB-Speichergerät als kommagetrennte Werte (CSV), ASCII XY, und binär (BIN) gespeichert werden.

Jede Datei, die auf einem USB-Speichergerät gespeichert werden kann, kann auch per E-Mail über das Netzwerk versendet werden.

Zusätzlich ist ein Befehl für das sichere Löschen aller permanenten internen Speicher des Oszilloskops vorhanden.

Speichern von Setups, Bildschirmbildern und Daten

1. Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.
2. Drücken Sie im Menü Speichern /Ab rufenden Softkey **Speichern**.
3. Drücken Sie im Menü Messkurve und Setup speichern (Save Trace and Setup) auf **Format** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den zu speichernden Dateityp auszuwählen:
   - **Setup (*.scp)** – Die Einstellungen für horizontale Zeitbasis, Vertikalempfindlichkeit, Trigger-Modus, Triggerebene, Messungen, Cursor und math. Funktionen, mit denen das Oszilloskop eine bestimmte Messung ausführen soll. Siehe hierzu "So speichern Sie Setup-Dateien" auf Seite 370.
   - **8-Bit Bitmap-Bild (*.bmp)** – das vollständige Bildschirmbild in einem farbreduzierten Bitmapformat (8-bit). Siehe hierzu "So speichern Sie BMP- oder PNG-Bilddateien" auf Seite 370.
   - **24-Bit Bitmapbild (*.bmp)** – Das vollständige Bildschirmbild in einem farbigen 24-Bit-Farb-Bitmapformat. Siehe hierzu "So speichern Sie BMP- oder PNG-Bilddateien" auf Seite 370.
   - **24-Bit Bild (*.png)** – Das vollständige Bildschirmbild in einem farbigen 24-Bit-Farb-PNG-Format mit verlustfreier Komprimierung. Die Dateien sind viel kleiner als das BMP-Format. Siehe hierzu "So speichern Sie BMP- oder PNG-Bilddateien" auf Seite 370.
   - **CSV-Daten (*.csv)** – Es wird eine Datei mit kommagetrennten Werten aller angezeigten Kanäle und math. Wellenformen erzeugt. Dieses Format ist mit gängigen Tabellenkalkulationen kompatibel. Siehe hierzu "So speichern Sie CSV-, ASCII XY- oder BIN-Datendateien" auf Seite 371.
   - **ASCII XY-Daten (*.csv)** – Es werden separate Dateien mit kommagetrennten Werten für jeden angezeigten Kanal erzeugt. Auch dieses Format ist mit gängigen Tabellenkalkulationen kompatibel. Siehe hierzu "So speichern Sie CSV-, ASCII XY- oder BIN-Datendateien" auf Seite 371.
   - **Binärdaten (*.bin)** – Es wird eine Binärdatei mit Kopfzeile und Daten in Form von Zeit- und Spannungspaaren erzeugt. Diese Datei ist viel kleiner als die ASCII XY-Datendatei. Siehe hierzu "So speichern Sie CSV-, ASCII XY- oder BIN-Datendateien" auf Seite 371.
   - **Auflisterdaten (*.csv)** – Dies ist eine Datei im CSV-Format, die Informationen der seriellen Dekodierungszeilen in durch Komma getrennten Spalten enthält. Siehe hierzu "So speichern Sie Auflister-Datendateien" auf Seite 374.

- **Referenzwellenformdaten (*.h5)** – Speichert Wellenformdaten in einem Format, das aus einem der Speicherorte für Referenzwellenformen wieder abgerufen werden kann. Siehe hierzu "So speichern Sie Referenzwellenformdateien auf einem USB-Speichergerät" auf Seite 374.
- **Mehrkanal-Wellenformdaten (*.h5)** – Speichert Wellenformdaten in einem Format, das von der Oszilloskop-Analysesoftware Infiniium Offline N8900A geöffnet werden kann. Sie können den ersten Analog- oder Math-Kanal über die Mehrkanalwellenform-Datendatei zurückrufen.
- **Maske (*.msk)** – Es wird eine Maskendatei in einem unternehmenseigenen Format von Keysight erzeugt, die von Keysight InfiniiVision-Oszilloskopen gelesen werden kann. Eine Maskendatendatei enthält bestimmte, aber nicht alle Oszilloskop-Setup-Informationen. Zum Speichern aller Setup-Informationen einschließlich Maskendatendatei das Format „Setup (*.scp)" wählen. Siehe hierzu "So speichern Sie Masken" auf Seite 375.
- **Arbiträrsignaldaten (*.csv)** – Hiermit wird eine Datei kommagetrennter Werte für die Zeit- und Spannungswerte der Arbiträrsignalpunkte erstellt. Siehe hierzu "So speichern Sie Arbiträrsignale" auf Seite 375.
- **Leistungsoberwellendaten (*.csv)** – Wenn die Leistungsanalyseanwendung DSOX6PWR lizenziert ist, wird hiermit eine Datei mit kommagetrennten Werten für die Ergebnisse der Stromoberwellenleistungsanalyse erstellt. Weitere Informationen siehe *DSOX6PWR Power Measurement Application User's Guide*.
- **USB-Signalqualität (*.html & *.bmp)** – Wenn die Anwendung DSOX6USBSQ für die Analyse der USB 2.0-Signalqualität lizenziert ist, werden damit Informationen zu den Testergebnissen gespeichert. Hierzu gehören Wellenformzeichnungen und Augendiagrammbilder. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch *USBSQ USB 2.0 Signal Quality Analysis Application Electrical Testing Notes*.
- **Analyseergebnisse (*.csv)** – Wenn das Analyseergebnis-Dateiformat (*.csv) ausgewählt wird, wird eine Datei mit kommagetrennten Werten für die mit Softkey **Analysewahl** ausgewählten Analysetypen gespeichert.

Sie können auch die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** so konfigurieren, dass Setups, Bildschirmbilder oder Daten gespeichert werden. Siehe hierzu "Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

So speichern Sie Setup-Dateien

Setup-Dateien können unter einem von 10 internen (\User Files)-Speicherorten oder auf einem externen USB-Speichergerät gespeichert werden.

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Speichern > Format** und wählen Sie **Setup (*.scp)** mit dem Eingabedrehknopf.
2. Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zum Speicherort. Siehe hierzu "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.
3. Drücken Sie abschließend den Softkey **Drücken für Speichern**.

   Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Speicherns wird angezeigt.

Setup-Dateien haben die Erweiterung SCP. Diese Erweiterungen werden bei Verwendung des Datei-Explorers angezeigt (siehe "Datei-Explorer" auf Seite 393), jedoch nicht bei Verwendung des Menüs Neu aufrufen.

So speichern Sie BMP- oder PNG-Bilddateien

Bilddateien können auf einem externen USB-Speichergerät gespeichert werden.

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Speichern > Format** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf **8-Bit-Bitmap-Bild (*.bmp)**, **24-Bit-Bitmap-Bild (*.bmp)** oder **24-Bit-Bild (*.png)**.
2. Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zum Speicherort. Siehe "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.
3. Drücken Sie den Softkey **Einstell.**.

   Im Menü Dateieinstellungen finden Sie diese Softkeys und Optionen:

   - **Setup-Info** Setup-Informationen (vertikal, horizontal, Trigger, Erfassung, math. und Anzeigeeinstellungen) werden auch in einer separaten Datei mit der Erweiterung TXT gespeichert.
   - **Gitter invert.** — das Gitter in der Bilddatei hat einen weißen Hintergrund anstelle des schwarzen, der auf dem Bildschirm angezeigt wird.
   - **Palette** Sie können wählen zwischen Bildern in **Farbe** oder **Graustufen**.
4. Drücken Sie abschließend den Softkey **Durch Drücken speichern**.

   Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Speicherns wird angezeigt.

HINWEIS Beim Speichern von Bildschirmbildern verwendet das Oszilloskop das zuletzt vor Drücken der Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen** aufgerufene Menü. So können Sie ggf. relevante Informationen im Softkey-Menübereich speichern.

Um Bildschirmbilder mit dem Menü Speichern /Abrufen am unteren Rand zu speichern, drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen** zweimal vor Speichern des Bildes.

HINWEIS Sie können das angezeigte Oszilloskopbild auch mithilfe eines Webbrowsers speichern. Weitere Informationen siehe "Bild erfassen" auf Seite 421.

Siehe auch
- "So fügen Sie eine Anmerkung hinzu" auf Seite 170

So speichern Sie CSV-, ASCII XY- oder BIN-Datendateien

Datendateien können auf einem externen USB-Speichergerät gespeichert werden.

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Speichern > Format**, und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf **CSV-Daten (*.csv)**, **ASCII XY-Daten (*.csv)** oder **Binäre Daten (*.bin)**.
2. Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zum Speicherort. Siehe "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.
3. Drücken Sie den Softkey **Einstell.**.

   Im Menü Dateieinstellungen finden Sie diese Softkeys und Optionen:

   - **Setup-Info** wenn aktiviert, werden Setup-Informationen (vertikal, horizontal, Trigger, Erfassung, math. und Anzeigeeinstellungen) auch in einer separaten Datei mit der Erweiterung TXT gespeichert.
   - **Länge**– legt die Anzahl der in der Datei auszugebenden Datenpunkte fest. Weitere Informationen siehe "Längenbestimmung" auf Seite 372.
   - **Seg. speichern** wenn Daten im segmentierbaren Speicher erfasst werden, können Sie angeben, ob das aktuell angezeigte Segment oder alle erfassten Segmente gespeichert werden. (Siehe auch "Speichern von Daten aus dem segmentierten Speicher" auf Seite 251.)
4. Drücken Sie abschließend den Softkey **Durch Drücken speichern**.

   Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Speicherns wird angezeigt.

CSV-Daten Wenn das CSV-Datenformat (*.csv) ausgewählt ist, werden durch Komma getrennte Werte für jede angezeigte Wellenform und jeden Digitalkanal-Pod als mehrere Spalten in einer einzigen Datei gespeichert. Math. FFT-Wellenformen, deren Werte in der Frequenzebene liegen, werden am Ende der .csv-Datei angehängt. Pod-Namen (z. B. D0-D7) oder Wellenformbezeichnungen werden als Spaltenüberschrifeten verwendet. Dieses Format ist mit gängigen Tabellenkalkulationen kompatibel.

Für CSV-Daten erfolgen Messungen für jede aktive Quelle mit Messungen des Typs Wert-bei-Zeit und Länge "N" über den gesamten Bildschirm (unter Verwendung der aufgezeichneten Messdaten). Die Interpolation zwischen den Messaufzeichnungsdatenpunkten wird bei Bedarf ausgeführt.

ASCII XY-Daten Wenn das Datendateiformat XY-Daten (*.csv) ausgewählt ist, werden für jede angezeigte Wellenform, Digitalpod, Digitalbus und seriellen Bus kommagetrennte Werte gespeichert. Bei digitalen Pods werden ein Unterstrich (_) und der Pod-Name (z. B. D0-D7) an den angegebenen Dateinamen oder ein Unterstrich und die Bezeichnung der Wellenform angehängt.

Wenn die Erfassung des Oszilloskop gestoppt wurde, können Daten aus dem Ausgangserfassungs-Datensatz (der mehr Punkte besitzt als der Messdatensatz) geschrieben werden. Drücken Sie die Taste **[Einzeln]**, um maximale Speichertiefe mit den aktuellen Einstellungen zu erhalten. Wenn aktiviert, werden serielle Dekodierungsdaten gespeichert.

Wenn Sie weniger als die maximale Anzahl von Datenpunkten speichern möchten, erfolgt eine 1-von-N-Dezimierung und erzeugt eine Ausgabe, deren Länge geringer oder gleich der gewünschten Länge ist. Gibt es z. B. 100.000 Datenpunkte und Sie legen eine Länge von 2000 fest, wird 1 von jeweils 50 Datenpunkten gespeichert.

Siehe auch

- "Binärdatenformat (.bin)" auf Seite 438
- "CSV- und ASCII-XY-Dateien" auf Seite 445
- "Mindest- und Höchstwerte in CSV-Dateien" auf Seite 446

Längenbestimmung

Das Steuerelement **Länge** ist verfügbar, wenn Daten in CSV-, ASCII XY-, oder BIN-Format gespeichert werden. Hierdurch wird die Anzahl der in der Datei zu speichernden Datenpunkte festgelegt. Nur angezeigte Datenpunkte werden gespeichert.

Wenn **Max. Länge** aktiviert ist, dann wird die maximale Anzahl an Wellenformenpunkten gespeichert.

Die maximale Anzahl an Datenpunkten hängt von Folgendem ab:

- Werden gerade Daten erfasst? Ist die Datenerfassung gestoppt, stammen die Daten aus dem Ausgangserfassungs-Datensatz. Beim Ausführen kommen die Daten von der kleineren Messungsaufzeichnung oder vom Präzisionsanalysedatensatz, sofern aktiviert (siehe "Präzisionsmessungen und math. Wellenformen" auf Seite 294).
- Wurde das Oszilloskop mithilfe von **[Stop] Stopp** oder **[Single] Einzeln** gestoppt? Laufende Datenerfassungen teilen den Speicher, um schnellere Wellenformaktualisierungsraten zu ermöglichen. Die Single-Datenerfassung verwendet den gesamten Speicher.
- Ist nur ein Kanal eines Paares eingeschaltet? (Kanal 1 und 2 sind ein Paar, Kanal 3 und 4 das andere Paar.) Der Erfassungsspeicher ist zwischen den Kanälen in einem Paar geteilt.
- Sind Referenzwellenformen eingeschaltet? Angezeigte Referenzwellenformen verbrauchen Erfassungsspeicherplatz.
- Sind Digitalkanäle eingeschaltet? Angezeigte Digitalkanäle verbrauchen Erfassungsspeicherplatz.
- Ist der segmentierte Speicher eingeschaltet? Erfassungsspeicher ist in die Anzahl der Segmente geteilt.
- Die horizontale Zeitbasiseinstellung (Zeitablenkung). Bei schnelleren Einstellungen werden weniger Datenpunkte angezeigt.

  Ebenso beträgt die maximale Datensatzlänge 1M Punkte, wenn die Abtastgeschwindigkeit 2 GSa/s (oder 1 GSa/s, wenn zwei Kanäle eines Paars aktiviert sind) beträgt. Erfassungsspeicher wird nach wie vor zwischen den Kanälen paarweise aufgeteilt, aber es besteht kein Unterschied zwischen der Verwendung von **[Stop] Stopp** oder **[Single] Einzeln**.
- Beim Speichern in einer CSV-Formatdatei ist die maximale Anzahl an Datenpunkten auf 64.000 begrenzt.

Falls erforderlich, führt die Längensteuerung eine Dezimierung „1 of n" (1 von n) der Daten durch. Wenn beispielsweise für **Länge** 1000 angegeben wurde und Sie einen Datensatz mit 5000 Punkten darstellen möchten, werden 4 von 5 Punkten dezimiert, so dass die Ausgabedatei über 1000 Punkte verfügt.

Beim Speichern von Wellenformdaten hängen die Speicherzeiten vom ausgewählten Format ab:

Datendateiformat	Speicherzeit
BIN.	Schnell
ASCII XY	Mittel
CSV	Langsam

Siehe auch
- "Binärdatenformat (.bin)" auf Seite 438
- "CSV- und ASCII-XY-Dateien" auf Seite 445
- "Mindest- und Höchstwerte in CSV-Dateien" auf Seite 446

So speichern Sie Auflister-Datendateien

Auflister-Datendateien können auf einem externen USB-Speichergerät gespeichert werden.

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Speichern > Format** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf **Auflisterdatendatei**.
2. Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zum Speicherort. Siehe "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.
3. Drücken Sie den Softkey **Einstell.**.

   Im Menü Dateieinstellungen finden Sie diese Softkeys und Optionen:

   - **Setup-Info** –wenn aktiviert, werden Setup-Informationen (vertikal, horizontal, Trigger, Erfassung, math. und Anzeigeeinstellungen) ebenfalls in einer separaten Datei mit der Erweiterung TXT gespeichert.
4. Drücken Sie abschließend den Softkey **Durch Drücken speichern**.

   Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Speicherns wird angezeigt.

So speichern Sie Referenzwellenformdateien auf einem USB-Speichergerät

1. Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.
2. Drücken Sie im Menü Speichern /Abrufen den Softkey **Speichern**.
3. Drücken Sie im Menü Speichern den Softkey **Format** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Referenzwellenformdaten (*.h5)** auszuwählen.

4 Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl der Quellwellenform.

5 Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zum Speicherort. Siehe "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.

6 Drücken Sie abschließend den Softkey **Durch Drücken speichern**.

Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Speicherns wird angezeigt.

So speichern Sie Masken

Maskendateien können unter einem von vier internen (\User Files) Speicherorten oder auf einem externen USB-Speichergerät gespeichert werden.

1 Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Speichern > Format** und wählen Sie **Maske (*.msk)** mit dem Eingabedrehknopf.

2 Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zum Speicherort. Siehe hierzu "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.

3 Drücken Sie abschließend den Softkey **Drücken für Speichern**.

Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Speicherns wird angezeigt.

Maskendateien haben die Erweiterung MSK.

HINWEIS **Masken werden auch als Teil von Setup-Dateien gespeichert. Siehe hierzu "So speichern Sie Setup-Dateien" auf Seite 370.**

Siehe auch
- Kapitel 18, "Maskentest," ab Seite 323

So speichern Sie Arbiträrsignale

Arbiträrsignaldateien können unter einem von vier internen (\User Files)-Speicherorten oder auf einem externen USB-Speichergerät gespeichert werden.

1 Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Speichern > Format** und wählen Sie **Arbiträrsignaldaten (*.csv)** mit dem Eingabedrehknopf.

2 Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zum Speicherort. Siehe “So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.

3 Drücken Sie abschließend den Softkey **Durch Drücken Speichern**.

Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Speicherns wird angezeigt.

Siehe auch
- “So bearbeiten Sie Arbiträrsignale" auf Seite 349

So navigieren Sie zwischen Speicherorten

Beim Speichern oder Abrufen von Dateien wird der Softkey an zweiter Position des Menüs zum Speichern oder Abrufen zusammen mit dem Eingabedrehknopf zur Navigation zu Speicherorten verwendet. Die Speicherorte können interne Oszilloskopspeicherorte (für Setup- oder Maskendateien) oder externe Speicherorte auf einem angeschlossenen USB-Speichergerät sein.

Der Softkey an der zweiten Position kann folgende Bezeichnungen aufweisen:

- **Press to go** –, wenn Sie den Eingabedrehknopf drücken können, um zu einem neuen Ordner oder Speicherort zu gelangen.
- **Position** – wenn Sie zum aktuellen Ordner gewechselt sind (und keine Dateien speichern).
- **Speichern in** – wenn Sie am ausgewählten Ort speichern können.
- **Laden von** – wenn Sie die ausgewählte Datei abrufen können.

Beim Speichern von Dateien:

- Der vorgeschlagene Dateiname wird in der Zeile **Speich. in Datei =** oberhalb der Softkeys angezeigt.
- Um eine Datei zu überschreiben, wechseln Sie zu der Datei und wählen Sie aus. Erstellen eines neuen Dateinamens siehe “So geben Sie Dateinamen ein" auf Seite 376.

So geben Sie Dateinamen ein

So erstellen Sie neue Dateinamen beim Speichern von Dateien auf einem USB-Speichergerät:

1 Drücken Sie im Menü Speichern den Softkey **Dateiname**.

Damit dieser Softkey aktiv ist, muss ein USB-Speichergerät am Oszilloskop angeschlossen sein.

2 Drücken Sie im Menü Dateiname den Softkey **Dateiname**.

3 Sie können zur Eingabe der Dateinamen im Tastaturdialogfeld Dateiname Folgendes verwenden:

- Touchscreen (wenn die Taste **[Touch]** im vorderen Bedienfeld leuchtet).
- Den Eingabedrehknopf. Drehen Sie diesen Knopf, um im Dialogfeld eine Taste auszuwählen, anschließend drücken Sie zur Eingabe den Eingabedrehknopf.
- Eine angeschlossene USB-Tastatur.
- Eine angeschlossene USB-Maus – Sie können im Bildschirm auf alles klicken, das man anfassen kann.

4 Wenn Sie den Dateinamen komplett eingegeben haben, wählen Sie die Eingabetaste des Dialogfelds oder OK-Taste, oder drücken Sie den Softkey **Dateiname** erneut.

Der Dateiname erscheint im Softkey.

5 Falls verfügbar, kann der Softkey**Inkrement** zum Aktivieren oder Deaktivieren der automatischen Erhöhung von Dateinamen verwendet werden. Bei der automatischen Erhöhung wird ein numerisches Suffix an den Dateinamen angehängt, das bei jedem nachfolgenden Speichervorgang um eins erhöht wird. Gegebenenfalls werden Zeichen abgeschnitten, wenn die maximale Dateinamenlänge erreicht ist und mehr Ziffern für den numerischen Teil des Dateinamens erforderlich sind.

Konfiguration für E-Mail-Versand, Bildschirmabbildungen, oder Daten

Oszilloskopdateien können per E-Mail über das Netzwerk versendet werden. Sie können jede Datei, die gespeichert werden kann, per E-Mail versenden.

So versenden Sie eine Konfigurationsdatei, ein Bildschirmabbild oder eine Datendatei:

1 Stellen Sie sicher, dass das Oszilloskop mit dem lokalen Netzwerk verbunden ist (siehe “Herstellen einer LAN-Verbindung" auf Seite 391).

2 Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.

3 Drücken Sie Im Menü Speichern/Abrufen **E-Mail**.

4 Drücken Sie im E-Mail-Menü **Format**; anschließend wählen Sie den Dateityp, der gesendet werden soll.

   Sie können dieselben Formate wählen, die beim Speichern von Dateien verfügbar sind. Die Einstellungen für das ausgewählte Format sind ebenfalls dieselben. Siehe hierzu "Speichern von Setups, Bildschirmbildern und Daten" auf Seite 368.

5 Drücken Sie den Softkey**Name des Anhangs**, und verwenden Sie das Tastendialogfeld, um den Namen der Anhangdatei einzugeben, die versendet werden soll.

6 Berühren Sie im Dialogfeld zur E-Mail-Konfiguration die Felder **An**, **Von**, **Server**, und **Betreff** und verwenden Sie das Tastendialogfeld, um die entsprechenden Zeichenketten einzugeben.

   Sie können diese Zeichenketten auch eingeben, indem Sie die Softkeys **Konfig. E-Mail** und **An**, **Von**, **Server**, und **Betreff** im **E-Mail-Konfigurationsmenü** drücken.

   Sie können mehrere E-Mail-Adressen angeben, indem Sie jede Adresse mit einem Doppelpunkt abtrennen.

   Der Servername ist der Name Ihres Mail-Servers, der das Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) ausführt. Wenn Sie diesen Namen nicht kennen, fragen Sie Ihren Netzwerkadministrator.

7 Drücken Sie abschließend den Softkey **Drücken um E-Mail zu versenden**.

Sie können auch die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** so konfigurieren, dass Setups, Bildschirmbilder, oder Daten per E-Mail versendet werden. Siehe hierzu "Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

Abruf von Setups, Masken oder Daten

1 Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.

2 Drücken Sie im Menü Speichern/Abrufen den Softkey **Neu aufrufen**.

3 Drücken Sie im Menü Neu aufrufen auf **Neu aufrufen:** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den abzurufenden Dateityp auszuwählen:

   - **Setup (*.scp)** – Siehe "So rufen Sie Setup-Dateien ab" auf Seite 379.
   - **Maske (*.msk)** – Siehe "So rufen Sie Maskendateien ab" auf Seite 379.
   - **Referenzwellenformdaten (*.h5)**"So rufen Sie Referenzwellenformdateien von einem USB-Speichergerät ab" auf Seite 380– Siehe .

- **Arbiträrsignaldaten (*.csv)**"So rufen Sie Arbiträrsignale ab" auf Seite 380– Siehe .
- **CAN-Symbolikdaten (*.dbc)(*.dbc)** – Siehe "Laden und Anzeigen von CAN-Symbolikdaten" auf Seite 453.

Sie können Setups und Maskendateien auch durch Laden mithilfe des Datei-Explorer abrufen. Siehe "Datei-Explorer" auf Seite 393.

Sie können auch die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** so konfigurieren, dass Setups, Masken oder Referenzwellenformen abgerufen werden. Siehe "Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

So rufen Sie Setup-Dateien ab

Setup-Dateien können von einem von 10 internen (\User Files)-Speicherorten oder einem externen USB-Speichergerät abgerufen werden.

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Neu aufrufen > Neu aufrufen:**, und wählen Sie **Setup (*.scp)** mit dem Eingabedrehknopf.
2. Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zur abzurufenden Datei. Siehe hierzu "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.
3. Drücken Sie den Softkey **Durch Drücken Neu aufrufen**.

   Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Abrufs wird angezeigt.
4. Wenn Sie die Anzeige löschen möchten, drücken Sie **Löschen Anzeige**.

So rufen Sie Maskendateien ab

Maskendateien können von einem von vier internen (\User Files)-Speicherorten oder einem externen USB-Speichergerät abgerufen werden.

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Neu aufrufen > Neu aufrufen:**, und wählen Sie **Maske (*.msk)** mit dem Eingabedrehknopf.
2. Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zur abzurufenden Datei. Siehe "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.
3. Drücken Sie den Softkey **Durch Drücken Neu aufrufen**.

   Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Abrufs wird angezeigt.
4. Wenn Sie die Anzeige oder die abgerufene Maske entfernen möchten, drücken Sie **Löschen Anzeige** oder **Maske löschen**.

So rufen Sie Referenzwellenformdateien von einem USB-Speichergerät ab

1. Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.
2. Drücken Sie im Menü Speichern/Abrufen den Softkey **Abrufen**.
3. Drücken Sie im Menü Abrufen den Softkey **Abrufen** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um **Referenzwellenformdaten (*.h5)** auszuwählen.
4. Drücken Sie den Softkey **Nach Ref.:** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den gewünschten Referenzwellenform-Speicherort auszuwählen.
5. Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zur abzurufenden Datei. Siehe "So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.
6. Drücken Sie den Softkey **Durch Drücken Neu aufrufen**.

   Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Abrufs wird angezeigt.
7. Wenn nur die Referenzwellenform angezeigt werden soll, drücken Sie **Löschen Anzeige**.

So rufen Sie Arbiträrsignale ab

Arbiträrsignaldateien können von einem von vier internen (\User Files)-Speicherorten oder einem externen USB-Speichergerät abgerufen werden.

Achten Sie beim Abruf von nicht am Oszilloskop gespeicherten Arbiträrsignalen (von einem externen USB-Speichergerät) auf Folgendes:

- Wenn die Datei zwei Spalten enthält, wird die zweite automatisch gewählt.
- Wenn die Datei mehr als zwei Spalten enthält, werden Sie aufgefordert, auszuwählen, welche Spalte geladen wird. Bis zu fünf Spalten werden vom Oszilloskop analysiert; Spalten oberhalb der fünften werden ignoriert.
- Das Oszilloskop verwendet maximal 8.192 Punkte für ein Arbiträrsignal. Stellen Sie für effizientere Abrufe sicher, dass Ihre Arbiträrsignale höchstens 8.192 Punkte aufweisen.

So rufen Sie ein Arbiträrsignal ab:

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Abrufen > Neu aufrufen > Neu aufrufen:**; und drehen Sie dann den Eingabedrehknopfzur Auswahl von **Arbiträrsignaldaten (*.csv)**.

2 Drücken Sie den Softkey in der zweiten Position und navigieren Sie mit dem Eingabedrehknopf zur abzurufenden Datei. Siehe hierzu “So navigieren Sie zwischen Speicherorten" auf Seite 376.

3 Drücken Sie den Softkey **Durch Drücken Neu aufrufen**.

Eine Nachricht über Erfolg/Misserfolg des Abrufs wird angezeigt.

4 Wenn Sie die Anzeige löschen möchten, drücken Sie **Löschen Anzeige**.

Siehe auch
- “So bearbeiten Sie Arbiträrsignale" auf Seite 349

Abrufen des Standard-Setups

1 Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.

2 Drücken Sie im Menü Speichern /Abrufen den Softkey **Standard/Löschen**.

3 Drücken Sie im Menü Standard einen der folgenden Softkeys:

- **Standard-Setup**– ruft das Standard-Setup des Oszilloskops ab. Diese Funktion stimmt mit der der Taste **[Default Setup] Standard-Setup** auf dem vorderen Bedienfeld überein. Siehe “Abrufen des Standard-Setups des Oszilloskops" auf Seite 34.

  Einige Benutzereinstellungen werden dabei nicht geändert.

- **Werkseinstellungen**– ruft die Werkseinstellungen des Oszilloskops ab.

  Diese Funktion müssen Sie bestätigen, da hierbei alle Benutzereinstellungen geändert werden.

Durchführen eines sicheren Löschens

1 Drücken Sie die Taste **[Save/Recall] Speichern/Abrufen**.

2 Drücken Sie im Menü Speichern /Abrufen den Softkey **Standard/Löschen**.

3 Drücken Sie im Menü **Sicheres Löschen**.

Mit diesem Softkey wird ein sicheres Löschen des gesamten permanenten Speichers in Übereinstimmung mit den Anforderungen in Kapitel 8 des Handbuchs National Industrial Security Program Operation Manual (NISPOM) ausgeführt.

Sie müssen das sichere Löschen bestätigen und das Oszilloskop startet anschließend neu.

22 Drucken (Bildschirme)

So drucken Sie die Anzeige des Oszilloskops / 383
So richten Sie Netzwerkdruckerverbindungen ein / 385
So legen Sie Druckoptionen fest / 386
So legen Sie die Palettenoption fest / 387

Sie können die gesamte Anzeige, inklusive Statuszeile und Softkeys, über einen USB- oder Netzwerkdrucker ausdrucken, wenn die LAN-Verbindung verwendet wird.

Das Menü Druckkonfiguration wird angezeigt, wenn Sie die Taste **[Print] Drucken** drücken. Die Druckoption-Softkeys und der Softkey **Durch Drücken drucken** sind nur verfügbar, wenn ein Drucker angeschlossen ist.

So drucken Sie die Anzeige des Oszilloskops

1 Schließen Sie einen Drucker an. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Schließen Sie einen USB-Drucker entweder an den USB-Anschluss an der Vorderseite oder den rechteckigen USB-Host-Anschluss an der Rückseite an.

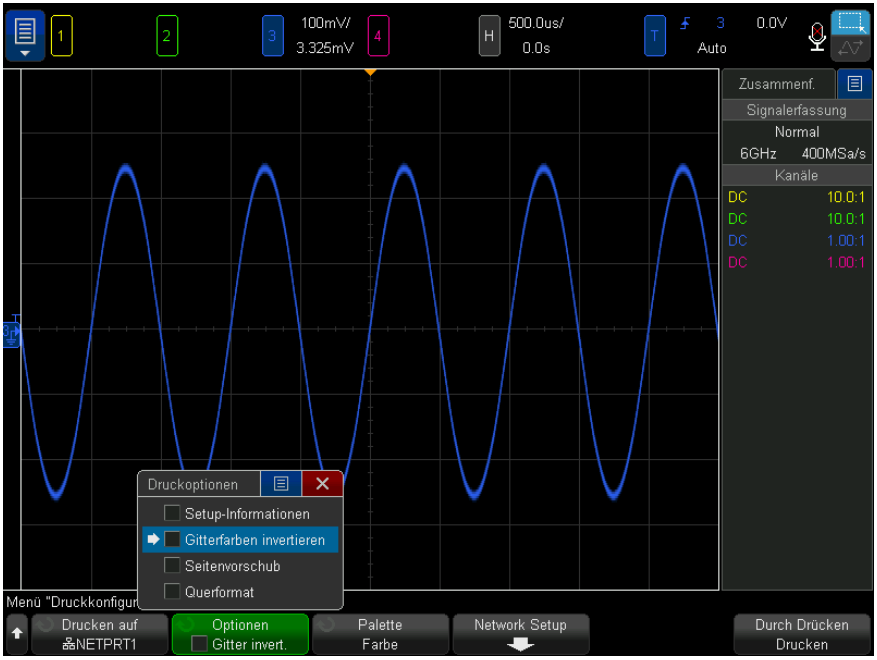
  Eine aktuelle Auflistung der mit den InfiniiVision-Oszilloskopen kompatiblen Drucker finden Sie unter www.keysight.com/find/InfiniiVision-printers.

- Richten Sie eine Netzwerkdruckerverbindung ein. Siehe “So richten Sie Netzwerkdruckerverbindungen ein" auf Seite 385.

2 Drücken Sie die Taste **[Print] Drucken** auf dem vorderen Bedienfeld.

3 Drücken Sie im Menü Druckkonfiguration den Softkey **Drucken auf** drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den gewünschten Drucker auszuwählen.

4 Drücken Sie den Softkey **Optionen** zur Auswahl der Druckoptionen.



Siehe “So legen Sie Druckoptionen fest" auf Seite 386.

5 Drücken Sie den Softkey **Palette** zur Auswahl der Druckpalette. Siehe “So legen Sie die Palettenoption fest" auf Seite 387.

6 Drücken Sie den Softkey **Durch Drücken drucken**.

Der Druckvorgang kann über den Softkey **Cancel Print** angehalten werden.

HINWEIS

Das Oszilloskop druckt das zuletzt vor Drücken der Taste **[Print] Drucken** aufgerufene Menü. Darum werden vor Drücken von **[Print] Drucken** angezeigte Messungen (Amplitude, Frequenz etc.) im Ausdruck berücksichtigt.

Um die Anzeige mit dem am unteren Rand angezeigten Menü Druckkonfiguration zu drucken, drücken Sie die Taste **[Print] Drucken** zweimal; drücken Sie dann den Softkey **Durch Drücken drucken**.

Außerdem können Sie die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** für das Drucken der Anzeige konfigurieren. Siehe “Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle" auf Seite 409.

Siehe auch
- “So fügen Sie eine Anmerkung hinzu" auf Seite 170

So richten Sie Netzwerkdruckerverbindungen ein

Wenn das Oszilloskop an ein LAN angeschlossen ist, können Sie Netzwerkdruckerverbindungen einrichten.

Ein *Netzwerkdrucker* ist an einen Computer oder Druckerserver im Netzwerk angeschlossen.

1. Drücken Sie die Taste **[Print] Drucken** auf dem vorderen Bedienfeld.
2. Drücken Sie im Menü Druckkonfiguration den Softkey **Drucken auf**, drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den Netzwerkdrucker auszuwählen, den Sie konfigurieren möchten (entweder Nr. 0 oder Nr. 1).
3. Drücken Sie den Softkey **Netzwerk-Setup**.
4. Im Menü Netzwerkdrucker-Setup:
   a. Drücken Sie den Softkey **Adresse**.
   b. Verwenden Sie Folgendes, um in das Tastaturdialogfeld Adresse Text einzugeben:
      - Touchscreen (wenn die Taste **[Touch]** im vorderen Bedienfeld leuchtet).
      - Den Eingabedrehknopf. Drehen Sie diesen Knopf, um im Dialogfeld eine Taste auszuwählen, anschließend drücken Sie zur Eingabe den Eingabedrehknopf.
      - Eine angeschlossene USB-Tastatur.
      - Eine angeschlossene USB-Maus – Sie können im Bildschirm auf alles klicken, das man anfassen kann.

      Die Adresse ist Adresse des Druckers oder des Druckservers in einem der folgenden Formate:
      - IP-Adresse eines netzwerkfähigen Druckers (zum Beispiel: 192.168.1.100 oder 192.168.1.100:650). Optional kann eine Nichtstandard-Portnummer nach einem Doppelpunkt angegeben werden.

- IP-Adresse eines Druckservers, gefolgt vom Pfad zum Drucker (zum Beispiel: 192.168.1.100/printers/printer-name oder 192.168.1.100:650/printers/printer-name).
- Pfad zum Freigabenamen eines Windows Netzwerkdruckers (zum Beispiel: \\server\share).

c Wenn Sie den gesamten Text eingegeben haben, wählen Sie die Eingabetaste des Dialogfelds oder OK-Taste, oder drücken Sie den Softkey **Adresse** erneut.

Die Adresse erscheint im Softkey.

d Handelt es sich bei der **Adresse** des Netzwerkdruckers um einen freigegebenen Windows-Netzwerkdrucker, stehen folgende Softkeys zur Verfügung und ermöglichen die Eingabe zusätzlicher Einstellungen:

- **Domäne** – dies ist der Windows-Netzwerkdomänenname.
- **Benutzername** – dies ist der Anmeldename für die Windows-Netzwerkdomäne.
- **Kennwort** – dies ist das Anmeldekennwort für die Windows-Netzwerkdomäne.

  Zum Löschen eines eingegebenen Kennworts drücken Sie den Softkey Kennwort löschen.

e Drücken Sie den Softkey **Anw.**, um die Druckerverbindung herzustellen.

Bei erfolgreicher Vebindung wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

So legen Sie Druckoptionen fest

Drücken Sie im Menü Druckkonfiguration den Softkey **Optionen**, um folgende Optionen zu ändern:

- **Setup-Informationen** – wählen Sie diese Option, um den Ausdruck mit Setup-Informationen zum Oszilloskop zu ergänzen, inklusive Vertikal-, Horizontal-, Trigger-, Erfassungs-, mathematischer und Anzeigeeinstellungen.
- **Gitterfarben invertieren** mit dieser Option lässt sich der schwarze Hintergrund der Oszilloskopbilder in Weiß umkehren und so beim Drucken schwarze Farbe sparen. **Gitterfarben invertieren** ist der Standardmodus.

- **Seitenvorschub** – hiermit senden Sie nach Drucken der Wellenform und vor Drucken der Setup-Informationen einen Seitenvorschubbefehl an den Drucker. Schalten Sie den **Seitenvorschub** aus, wenn Setup-Informationen und Wellenform auf demselben Blatt gedruckt werden sollen. Diese Option ist nur bei Auswahl der Option **Setup-Informationen** wirksam. Auch wenn Wellenform und Setup-Informationen nicht auf dieselbe Seite passen, werden die Setup-Informationen unabhängig von der Einstellung **Seitenvorschub** auf einer neuen Seite gedruckt.
- **Querformat** wählen Sie diese Option, um die Seite horizontal statt vertikal (Hochformat) zu bedrucken.

So legen Sie die Palettenoption fest

Drücken Sie im Menü Druckkonfiguration den Softkey **Palette**, um folgende Optionen zu ändern:

- **Farbe** – Bildschirm wird in Farbe gedruckt.
- **Graustufe** – Bildschirm wird statt in Farbe in Graustufen gedruckt.

23 Dienstprogrammeinstellungen

E/A-Schnittstelleneinstellungen / 389
Einrichten der LAN-Verbindung des Oszilloskops / 390
Datei-Explorer / 393
Festlegung der Voreinstellungen des Oszilloskops / 395
Einstellen der Uhr des Oszilloskops / 400
Einstellen der rückwärtigen TRIG OUT-Quelle / 401
Festlegung des Referenzsignalmodus / 401
Aktivierung der Remote-Befehl-Protokollierung / 404
Ausführen von Serviceaufgaben / 405
Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle / 409

In diesem Kapitel werden die Dienstprogrammfunktionen des Oszilloskops beschrieben.

E/A-Schnittstelleneinstellungen

Über die folgenden E/A-Schnittstellen kann das Oszilloskop ferngesteuert werden:

- USB-Geräteanschluss auf der Rückseite (viereckiger USB-Anschluss).
- LAN-Schnittstelle auf der Rückseite.

Konfigurieren der E/A-Schnittstellen

1 Drücken Sie auf dem vorderen Bedienfeld des Oszilloskops die Taste **[Utility] Hilfsprg.**.

2 Drücken Sie im Menü Hilfsprg. **E/A**.

3 Drücken Sie im Menü E/A **Konfigurieren**.

- **LAN** – Bei Anschluss an ein LAN können Sie die Softkeys **LAN-Einstellungen** und **LAN zurücksetzen** zum Konfigurieren der LAN-Schnittstelle verwenden. Siehe "Einrichten der LAN-Verbindung des Oszilloskops" auf Seite 390.
- Für die USB-Schnittstelle gibt es keine Konfigurationseinstellungen.

Wenn eine E/A-Schnittstelle installiert ist, ist die Fernsteuerung über diese Schnittstelle immer aktiviert. Außerdem kann das Oszilloskop über mehrere E/A-Schnittstellen (z. B. USB und LAN) gleichzeitig gesteuert werden.

Siehe auch
- Kapitel 24, "Webschnittstelle," ab Seite 411 (wenn das Oszilloskop an einem LAN angeschlossen ist).
- "Fernsteuerung über die Webschnittstelle" auf Seite 417
- *Programmierhandbuch* zum Oszilloskop.
- "Fernprogrammierung mit Keysight IO Libraries" auf Seite 418

Einrichten der LAN-Verbindung des Oszilloskops

Verwenden Sie den LAN-Anschluss an der Rückseite, um das Oszilloskop in das Netzwerk einzubinden und seine LAN-Verbindung einzurichten. Anschließend können Sie Netzwerkdrucker konfigurieren und verwenden, die Webschnittstelle des Oszilloskops verwenden oder das Oszilloskop über die LAN-Schnittstelle fernsteuern.

Das Oszilloskop unterstützt Methoden zur automatischen oder manuellen LAN-Konfiguration (siehe "Herstellen einer LAN-Verbindung" auf Seite 391). Außerdem ist es möglich, eine Punkt-zu-Punkt-LAN-Verbindung zwischen einem PC und dem Oszilloskop herzustellen (siehe "Eigenständige (Punkt-zu-Punkt-) Verbindung mit einem PC" auf Seite 392).

Nach Einrichtung des Oszilloskops im Netzwerk kann die Webseite des Oszilloskops zum Anzeigen oder Ändern der Netzwerkkonfiguration und zum Zugriff auf zusätzliche Einstellungen (Netzwerkkennwort etc.) genutzt werden. Siehe Kapitel 24, "Webschnittstelle," ab Seite 411.

HINWEIS Wenn Sie das Oszilloskop an das LAN anschließen, können Sie durch Festlegen eines Kennwortes den Benutzerzugriff einschränken. Standardmäßig ist das Oszilloskop nicht durch ein Kennwort geschützt. Auf "Einstellen eines Kennworts" auf Seite 425 wird beschrieben, wie Sie ein Kennwort festlegen.

HINWEIS Wenn Sie den Hostnamen des Oszilloskops verändern, wird die Verbindung zwischen Oszilloskop und LAN getrennt. Sie müssen die Kommunikation mit dem Oszilloskop anhand des neuen Hostnamens neu einrichten.

Herstellen einer LAN-Verbindung

Automatische Konfiguration

1. Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > E/A**.
2. Drücken Sie den **Softkey** LAN-Einstellungen.
3. Drücken Sie den Softkey **Konfig.**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um **Automatisch** auszuwählen, und drücken Sie den Softkey erneut, um die Option zu aktivieren.

   Wenn Ihr Netzwerk DHCP oder AutoIP unterstützt, kann das Oszilloskop über die Option **Automatisch** diese Dienste zum Ermitteln der LAN-Konfigurationseinstellungen verwenden.
4. Wenn das Netzwerk dynamische DNS-Einträge bereitstellt, können Sie die Option **Dynamischer DNS** verwenden, damit das Oszilloskop seinen Hostnamen registriert und den DNS-Server zur Namensauflösung einsetzt.
5. Sie können die Option **Multicast-DNS** verwenden, damit das Oszilloskop Multicast-DNS zur Namensauflösung in kleinen Netzwerken ohne herkömmlichen DNS-Server einsetzt.
6. Verbinden Sie das Oszilloskop mit dem LAN, indem Sie auf der Rückseite des Geräts das LAN-Kabel in den dafür vorgesehenen Anschluss stecken.

   In wenigen Augenblicken verbindet das Oszilloskop sich automatisch mit dem Netzwerk.

   Wenn das Oszilloskop nicht automatisch eine Netzwerkverbindung herstellt, drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > E/A > LAN zurücksetzen**. In wenigen Augenblicken verbindet das Oszilloskop sich mit dem Netzwerk.

Manuelle Konfiguration

1. Erfragen Sie die Netzwerkparameter des Oszilloskops (Hostname, IP-Adresse, Subnetzmaske, Gateway-IP, DNS-IP etc.) von Ihrem Netzwerkadministrator

2 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > E/A**.

3 Drücken Sie den **Softkey** LAN-Einstellungen.

4 Drücken Sie den **Softkey** Konfig.. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um **Automatisch** auszuwählen, und drücken Sie den Softkey erneut, um die Option zu deaktivieren.

   Ist Automatisch nicht aktiviert, muss die LAN-Konfiguration des Oszilloskops mithilfe der Softkeys **Anpassen** und **Hostname** manuell eingestellt werden.

5 Konfigurieren der LAN-Schnittstelle des Oszilloskops

   a Drücken Sie den Softkey **Anpassen**Anpassen, Softkey und die anderen Softkeys und Tastatureingabe-Dialogfelder), um die Werte für IP-Adresse, Subnetzmaske, Gateway-IP und DNS-IP einzugeben.

   b Drücken sie den **Softkey Hostname**Hostname, Softkey

   c Drücken Sie den Softkey **Anw.**.

6 Verbinden Sie das Oszilloskop mit dem LAN, indem Sie auf der Rückseite des Geräts das LAN-Kabel in den dafür vorgesehenen Anschluss stecken.

Eigenständige (Punkt-zu-Punkt-) Verbindung mit einem PC

Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung (eigenständige Verbindung) zu einem Oszilloskop einrichten. Dies ist dann nützlich, wenn Sie das Oszilloskop über einen Laptop oder einen anderen eigenständigen Rechner steuern möchten.

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > E/A**.

2 Drücken Sie den **Softkey** LAN-Einstellungen.

3 Drücken Sie den Softkey **Konfig.**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um **Automatisch** auszuwählen, und drücken Sie den Softkey erneut, um die Option zu aktivieren.

   Wenn Ihr Netzwerk DHCP oder AutoIP unterstützt, kann das Oszilloskop über die Option **Automatisch** diese Dienste zum Ermitteln der LAN-Konfigurationseinstellungen verwenden.

4 Verbinden Sie Ihren PC mit dem Oszilloskop über ein LAN-Kabel, z. B. Keysight-Teilenummer 5061-0701, das im Internet unter der Adresse www.parts.keysight.com verfügbar ist.

5 Schalten Sie das Oszilloskop aus und wieder ein. Warten Sie, bis die LAN-Verbindung konfiguriert ist:

- Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > E/A**, und warten Sie, bis der LAN-Status „configured" angezeigt wird.

Dies kann einige Minuten in Anspruch nehmen.

Das Gerät ist nun angeschlossen, und die Webschnittstelle des Geräts oder die Fernsteuerung über LAN kann genutzt werden.

Datei-Explorer

Mit dem Datei-Explorer können Sie im internen Dateisystem des Oszilloskops sowie in den Dateisystemen angeschlossener USB-Speichergeräte navigieren.

Aus dem internen Dateisystem können Sie Setup- oder Maskendateien des Oszilloskops laden.

Von einem angeschlossenen USB-Speichergerät können Sie Setup-Dateien, Maskendateien, Lizenzdateien, Firmware-Updatedateien (*.ksx), Bezeichnungsdateien etc. laden. Außerdem können Sie Dateien auf einem angeschlossenen USB-Speichergerät löschen.

HINWEIS

Die USB-Anschlüsse auf der Vorder- und Rückseite des Oszilloskops mit der Bezeichnung „HOST" sind USB-Buchsen vom Typ A. Über diese Buchsen können Sie USB-Speichergeräte und Drucker anschließen.

Die viereckigen Buchsen auf der Rückseite mit der Bezeichnung „ DEVICE " dienen der Steuerung des Oszilloskops über eine USB-Schnittstelle. Weitere Informationen finden Sie im *Programmierhandbuch*.

Das interne Dateisystem des Oszilloskops unter „\User Files" besteht aus 10 Positionen für Oszilloskop-Setup-Dateien, vier Positionen für Maskendateien und vier Positionen für Wellenformgenerator-Arbiträrsignale.

Verwenden des Datei-Explorers:

1. Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Datei-Explorer**.
2. Drücken Sie im Menü Datei- Explorer den Softkey an der ersten Position, und verwenden Sie zur Navigation den Eingabedrehknopf.

Der Softkey an der ersten Position kann folgende Bezeichnungen aufweisen:

- **Press to go** wenn Sie den Eingabedrehknopf drücken können, um zu einem neuen Ordner oder Speicherort zu gelangen.
- **Position**, wenn auf ein aktuell ausgewähltes Verzeichnis gezeigt wird.
- **Auswahl** wenn auf eine Datei gezeigt wird, die geladen oder gelöscht werden kann.

  Wenn diese Bezeichnung angezeigt wird, können Sie die Softkeys **Datei laden** oder **Datei löschen** drücken, um den jeweiligen Vorgang durchzuführen.

  Das Drücken des Eingabedrehknopfs entspricht dem Betätigen des Softkeys **Datei laden**.

  Auf dem USB-Speichergerät gelöschte Dateien können über das Oszilloskop nicht wiederhergestellt werden.

Verwenden Sie Ihren PC zum Erstellen von Verzeichnissen auf einem USB-Speichergerät.

USB-Speichergeräte

Die meisten USB-Speichergeräte sind mit dem Oszilloskop kompatibel. Dies trifft jedoch möglicherweise nicht auf alle Geräte zu. Einige Geräte können eventuell nicht gelesen oder beschrieben werden. USB-Speichergeräte müssen mit dem FAT- oder FAT32-Dateisystemformat formatiert sein.

Beim Anschließen des USB-Speichergeräts am vorderen oder rückseitigen USB-Anschluss des Oszilloskops wird kurz ein kleines, vierfarbiges Kreissymbol angezeigt, während das USB-Gerät gelesen wird.

Sie müssen das USB-Speichergerät nicht deaktivieren, bevor Sie es entfernen. Stellen Sie lediglich sicher, dass initiierte Dateioperationen abgeschlossen sind, und entfernen Sie dann das USB-Laufwerk vom Hostanschluss des Oszilloskops.

Schließen Sie keine USB-Geräte an, die sich als Hardwaretyp „CD" zu erkennen geben, da solche Geräte mit Oszilloskopen der InfiniiVision X-Serie nicht kompatibel sind.

Wenn am Oszilloskop zwei USB-Speichergeräte angeschlossen werden , wird das erste als „\usb" und das zweite als „\usb2" bezeichnet.

Siehe auch

- Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367

Festlegung der Voreinstellungen des Oszilloskops

Im Menü Benutzereinstellungen (unter **[Utility] Hilfsprg. > Options > Preferences**) können Sie Oszilloskopeinstellungen festlegen.

- “So wählen Sie „erweitern über" Mitte oder Signal-Null-Linie aus" auf Seite 396
- “So deaktivieren/aktivieren Sie transparente Hintergründe" auf Seite 396
- “Festlegung der Optionen für Spracherkennung und Sprecher" auf Seite 396
- “So richten Sie den Bildschirmschoner ein" auf Seite 398
- “Festlegen der Einstellungen zur automatischen Skalierung fest" auf Seite 399
- “Jitter-freier Trigger" auf Seite 400

So wählen Sie „erweitern über" Mitte oder Signal-Null-Linie aus

Wenn Sie die „Volts/division"-Einstellung eines Kanals ändern, können Sie wählen, ob das Signal relativ zur Signal-Null-Linie oder relativ zur Mitte des Displays vergrößert (oder verkleinert) werden soll.

So legen Sie den Referenzpunkt für die Wellenformerweiterung fest:

1 Drücken Sie **[Utility Hilfsprg.] > Optionen > Voreinstellungen > Erweitern** und wählen Sie:

- **Erdung**– die angezeigte Wellenform wird über die Position der Signal-Null-Linie des Kanals erweitert. Dies ist die Standardeinstellung.

  Die Signal-Null-Linie wird ganz links im Display durch das Null-Linien-Symbol (⇄) angezeigt.

  Wenn Sie den Drehknopf „Volts/division" betätigen, bleibt die Position der Signal-Null-Linie erhalten.

  Befindet sich die Null-Linie außerhalb des Displays, übertritt das Signal je nach Position der Null-Linie entweder an der oberen oder unteren Flanke das Display.

- **Mitte**– die angezeigte Wellenform wird über die Mitte der Anzeige erweitert.

So deaktivieren/aktivieren Sie transparente Hintergründe

Sie können mit einer Einstellung festlegen, ob Messungen, Statistiken, Referenzwellenforminformationen und andere Textanzeigen transparente oder ausgefüllte Hintergründe haben.

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Optionen > Voreinstellungen**.

2 Drücken Sie **Transparent**, um zwischen transparenten und ausgefüllten Textanzeigehintergründen umzuschalten.

Festlegung der Optionen für Spracherkennung und Sprecher

Die Optionen des Oszilloskops für Spracherkennung und Lautsprecher-Lautstärke können in den Benutzereinstellungen festgelegt werden.

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Options > Preferences > Audio**, um das Audio-Menü anzuzeigen.

Sie können das Audio-Menü auch durch Berühren des Mikrofonsymbols in der Anzeige aufrufen – siehe hierzu “Lernen Sie die Steuerelemente für die Sprachsteuerung kennen" auf Seite 63.

2 Drücken Sie den Softkey **Spracherkennung**, um die Funktion zu aktivieren oder deaktivieren.

3 Drücken Sie den Softkey **Sprache (Voice)**; anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die gewünschte Sprache für den Sprecher auszuwählen.

4 Drücken Sie den Softkey **Lautstärke** ; anschließend drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Einstellung zu ändern.

Der Lautsprecher gibt während der Benutzerdefinierten Kalibrierung ein Tonsignal aus, wenn Sie das Kalibrierungskabel erneut anschließen müssen.

5 Drücken Sie den Softkey **Signalton**, um das Auswahlmenü für Signalton-Ereignisse zu öffnen. Verwenden Sie den Eingabedrehknopf (oder Touchbildschirm), um das Ereignis auszuwählen, und drücken Sie dann diesen Softkey erneut, um Signaltöne für das ausgewählte Ereignis zu aktivieren/deaktivieren.

Das Oszilloskop kann bei folgenden Ereignissen ein Signal ausgeben :

- **Bei Einzel** – , wenn Sie eine einzelne Analyse durchführen und der Einzeltrigger auftritt.
- **Bei Trig.** – im Trigger-Modus „Normal", wenn der Triggerstatus von "Getrigg?" wechselt. (Trigger nicht gefunden) zu "Getrigg." (Trigger gefunden) wechselt.
- **Bei Maskenfehler** – , wenn relativ seltene Maskentestfehler auftreten.
- **Bei DVM-Grenzwert** – , wenn der angegebene Digitalvoltmeter-Messwertgrenzwert erreicht wird. Drücken Sie den Softkey **Grenzwerte**, um ein Menü zu öffnen und die Grenzwerte festzulegen. Siehe hierzu “Digitalvoltmeter" auf Seite 338.
- **Bei langem Speichern** – , wenn das Speichern einer Datei länger als 20 Sekunden dauert und der Speichervorgang abgeschlossen wird.
- **Bei Kalibrierung** – , wenn eine benutzerdefinierte Kalibrierung durchgeführt wird und es Zeit wird, mit dem Kalibrierungskabel den Kanal zu wechseln.

So richten Sie den Bildschirmschoner ein

Über die Oszilloskop-Konfiguration können Sie bestimmen, nach welchem Zeitraum der Bildschirmschoner bei Nichtbenutzung eingeschaltet wird.

1 Drücken Sie zur Anzeige des Menüs Screen Saver **[Utility] Hilfsprg. > Optionen > Voreinstellungen > Screen Saver**.

2 Drücken Sie den Softkey **Bildschirmschoner**, um einen Bildschirmschoner auszuwählen.

Der Bildschirmschoner kann auf **Off** eingestellt werden, um ein beliebiges Bild von der Liste oder einen benutzerdefinierten Text anzuzeigen.

Wenn **Benutzer** ausgewählt ist:

a Drücken Sie den Softkey **Text**.

b In das Tastaturdialogfeld Text können Sie Text eingeben, indem Sie Folgendes verwenden:

- Touchscreen (wenn die Taste **[Touch]** im vorderen Bedienfeld leuchtet).
- Den Eingabedrehknopf. Drehen Sie diesen Knopf, um im Dialogfeld eine Taste auszuwählen, anschließend drücken Sie zur Eingabe den Eingabedrehknopf.
- Eine angeschlossene USB-Tastatur.
- Eine angeschlossene USB-Maus – Sie können im Bildschirm auf alles klicken, das man anfassen kann.

c Wenn Sie den gesamten Text eingegeben haben, wählen Sie die Eingabetaste des Dialogfelds oder OK-Taste, oder drücken Sie den Softkey **Text** erneut.

Der benutzerdefinierte Bildschirmschonertext erscheint im Softkey.

3 Drücken Sie den Softkey **Warten** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Zeit in Minuten bis zum Einschalten des Bildschirmschoners auszuwählen.

   Bei Betätigen des Eingabedrehknopfs werden die Minuten im Softkey **Warten** angezeigt. Der Standartwert liegt bei 180 Minuten (3 Stunden).

4 Drücken Sie den Softkey **Preview**, um die mit dem Softkey **Saver** ausgewählten Bildschirmschoner in einer Vorschau anzuzeigen.

5 Sobald Sie eine beliebige Taste drücken oder einen beliebigen Drehknopf betätigen, erscheint wieder der normale Bildschirminhalt.

Festlegen der Einstellungen zur automatischen Skalierung fest

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. >Optionen > Voreinstellungen > Autom. Skal.**.

2 Im Menü Autom. Skal. Voreinstellungen können Sie:

   - den Softkey **Schnell-Debug** drücken, um diesen Typ der automatischen Skalierung zu aktivieren/deaktivieren.

     Bei Aktivierung von Schnell-Debug ist mit automatischer Skalierung ein schneller visueller Vergleich möglich, um das abgetastete Signal als DC-Spannung, Erdung oder aktives AC-Signal zu bestimmen.

     Kanalkopplung wird beibehalten, um oszillierende Signale einfach anzuzeigen.

   - Drücken Sie den Softkey **Kanäle** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die automatisch zu skalierenden Kanäle anzugeben:

     - **Alle Kanäle** - Beim nächsten Drücken auf **[Auto Scale] Auto-Skal.** werden alle Kanäle, die die Anforderungen der automatischen Skalierung erfüllen, angezeigt.
     - **Nur angezeigte Kanäle** - Beim nächsten Drücken auf **[Auto Scale] Auto-Skal.** werden nur die eingeschalteten Kanäle auf Signalaktivität geprüft. Dies ist dann sinnvoll, wenn Sie nur bestimmte aktive Kanäle mit **[Auto Scale] Auto-Skal.** anzeigen möchten.

   - Drücken Sie den Softkey **Erf.-Modus** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um auszuwählen, ob der Erfassungsmodus während der automatischen Skalierung beibehalten werden soll:

     - **Normal** – Oszilloskop schaltet bei jedem Drücken der Taste **[Auto Scale] Auto-Skal.** in den Erfassungsmodus Normal. Das ist die Standardbetriebsart.

- **Beibehalten** – Oszilloskop behält bei Drücken von **[Auto Scale] Auto-Skal.** einen zuvor gewählten Erfassungsmodus bei.

Jitter-freier Trigger

Der Triggerschaltkreis des Oszilloskops ist ursächlich für eine bestimmte Menge von Rauschen und Jitter, die zu horizontalen Fehlern führen. Zur Korrektur dieses Fehlers wird in bestimmten Trigger-Betriebsarten und bei bestimmten Zeitbasis-Bereichen eine Korrektur des Typs Jitter-freier Trigger verwendet, um den Trigger-Jitter am Triggerpunkt zu minimieren.

Die in der Oszilloskopanzeige sichtbare Folge ist, dass alle geplotteten Messungen am Schnittpunkt von Triggerpegel und Zeit gleich null dieselbe Pixelposition kreuzen.

Eine Korrektur des Typs Jitter-freier Trigger eignet sich gut für schnelle Digitalflanken, es empfiehlt sich jedoch, diese Korrektur für Analogsignale mit langsamer Anstiegsgeschwindigkeit abzuschalten.

Einstellen der Uhr des Oszilloskops

Im Menü Takt können das aktuelle Datum und die Uhrzeit (24-Stunden-Format) eingestellt werden. Dieser Zeit-/Datumsstempel wird auf Hardcopys und Verzeichnisinformationen im USB-Massenspeichergerät angezeigt.

Datum und Uhrzeit einstellen oder aktuelles Datum und Uhrzeit anzeigen:

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Optionen > Takt**.

2 Drücken Sie den Softkey **Jahr**, **Monat**, **Tag**, **Stunde** oder **Minute** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Zahl ein.

Die Stunden werden im 24-Stunden-Format angezeigt. So 1:00 PM ist 13.00 Uhr.

Mit der Echtzeituhr können nur gültige Daten ausgewählt werden. Wird ein Tag ausgewählt und der Monat oder das Jahr geändert, sodass der Tag ungültig wird, wird dieser automatisch angepasst.

Einstellen der rückwärtigen TRIG OUT-Quelle

Sie können die Quelle des TRIG OUT-Anschlusses an der Rückwand des Oszilloskops auswählen:

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Optionen > Rückwand**.

2 Drücken Sie im Menü Rückwand den Softkey **Trig.-Ausgang**, wählen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf unter folgenden Optionen:

- **Trigger** – bei jedem Triggern des Oszilloskops tritt an TRIG OUT eine ansteigende Flanke auf. Die ansteigende Flanke ist gegenüber dem Triggerpunkt des Oszilloskops um etwa 30 ns verzögert. Der Ausgangspegel beträgt 0-5 V in einen offenen Schaltkreis und 0-2,5 V in 50 Ω. Siehe Kapitel 10, “Trigger,” ab Seite 183.
- **Maske** der Erfolgreich/Fehler-Status wird periodisch bewertet. Wird bei der Bewertung der Testperiode ein Fehler festgestellt, gibt der Triggerausgang einen hohen Impuls aus (+5 V). Andernfalls bleibt der Triggerausgang unter (0 V). Siehe hierzu Kapitel 18, “Maskentest,” ab Seite 323.
- **Wellenformgenerator-1/2-Synchronisationsimpuls** — Mit allen Wellenformgenerator-Ausgangsfunktionen (außer DC und Rauschen) ist ein Sync-Signal verknüpft:

  Das Sync-Signal ist ein positiver TTL-Impuls, der auftritt, wenn die Wellenform über null Volt (oder den DC-Offset-Wert) ansteigt.

  Siehe hierzu Kapitel 20, “Wellenformgenerator,” ab Seite 345.

Über den TRIG OUT-Anschluss kann auch das Signal Benutzerkal. genutzt werden. Siehe hierzu “So führen Sie die benutzerdefinierte Kalibrierung durch" auf Seite 406.

Festlegung des Referenzsignalmodus

Der **10 MHz REF** BNC-Anschluss an der Rückseite kann wie folgt verwendet werden:

- Zur Bereitstellung eines exakteren Abtast-Taktsignals für das Oszilloskop, oder
- Synchronisierung der Zeitbasis zweier oder mehrerer Instrumente.

Genauigkeit von Abtasttakt und Frequenzzähler

Die Zeitbasis des Oszilloskops verwendet eine integrierte Referenz mit einer Genauigkeit von 15 ppm. Dies ist für die meisten Einsatzzwecke ausreichend. Wenn Sie sich jedoch ein Fenster ansehen, das im Vergleich zur ausgewählten Verzögerung sehr eng ist (wenn Sie sich beispielsweise einen 15 ns Impuls mit auf 1 ms ansehen), kann es zu schweren Fehlern kommen.

Die Hardwarefrequenz des Oszilloskops verwendet einen 5-stelligen Zähler und basiert auf einem integrierten Abtastzähler.

Siehe hierzu "So stellen Sie dem Oszilloskop einen Abtasttakt zur Verfügung" auf Seite 402.

Bereitstellung einer externen Zeitbasisreferenz

Wenn Sie eine externe Zeitbasisreferenz bereitstellen, wird der Hardware-Frequenzzähler automatisch auf einen 8-stelligen Zähler geändert. In diesem Fall ist der Frequenzzähler (**[Meas] Mess. > Select > Counter**) so genau wie die externe Uhr.

Siehe hierzu "So synchronisieren Sie die Zeitbasis zweier oder mehrerer Instrumente" auf Seite 403.

Weitere Informationen über den Hardware-Frequenzzähler finden Sie unter "Zähler" auf Seite 280.

So stellen Sie dem Oszilloskop einen Abtasttakt zur Verfügung

1 Verbinden Sie eine Rechteck- oder Sinuswelle mit 10 MHz mit dem BNC-Anschluss, der als **10 MHz REF** bezeichnet wird. Die Amplitude muss -5 dBm bis 17 dBm (356 mVpp bis 4,48 Vpp) betragen.

VORSICHT

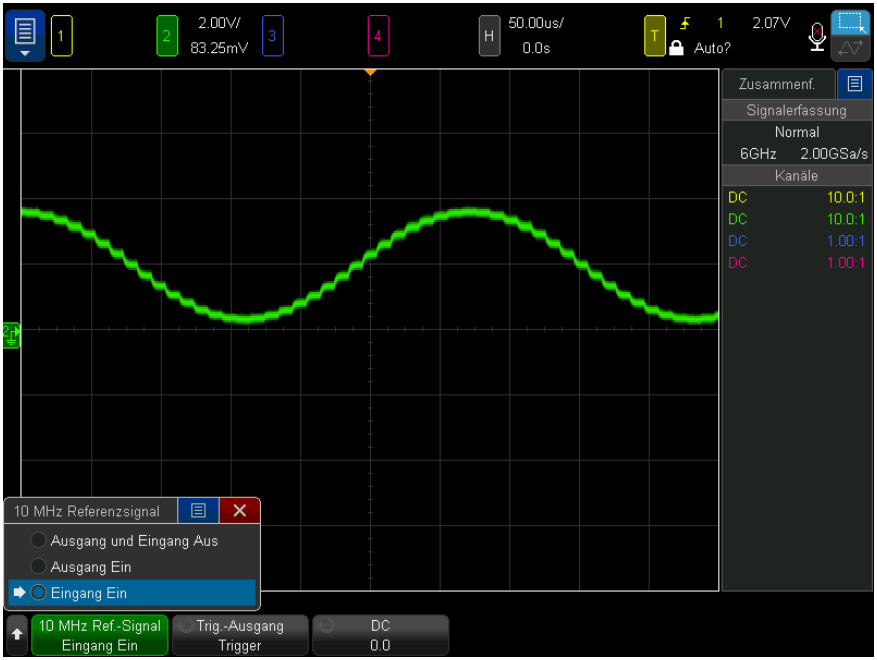
⚠ Maximale Eingangsspannung am REF-Anschluss mit 10 MHz

Wenden Sie höchstens 20 dBm Max (6,32 Vpp Max) am rückseitigen REF-BNC-Anschluss mit 10 MHz an, um eine Beschädigung des Instruments zu vermeiden.

2 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Options > Rear Panel >10MHz Ref Signal**.

3 Verwenden Sie den Eingabedrehknopf und den Softkey **10 MHz Ref.-Signal**, um **Eingang Ein** auszuwählen.

Ein versperrtes Schloss wird im oberen Bereich des Displays angezeigt.



Geht das extern bereitgestellte Abtasttaktsignal verloren, tritt eine gerätebasierte Entriegelung auf. Das Schlosssymbol oben rechts im Display wird entriegelt angezeigt und das Oszilloskop stoppt die Datenerfassung. Die Abtastung wird wieder aufgenommen, wenn der extern bereitgestellte Abtasttakt wieder stabil wird.

So synchronisieren Sie die Zeitbasis zweier oder mehrerer Instrumente

Das Oszilloskopp kann seine 10 MHz-Systemuhr für die Synchronisierung mit anderen Instrumenten ausgeben.

1. Verbinden Sie ein BNC-Kabel mit dem BNC-Stecker mit der Bezeichnung **10 MHz REF** auf der Rückseite des Oszilloskops.
2. Verbinden Sie das andere Ende des BNC-Kabels mit dem oder den Instrumenten, von denen das Referenzsignal mit 10 MHz akzeptiert wird.

Die Amplitude dieses 10 MHz-Referenzausgangssignals beträgt 5 Vpp in einer hohen Impedanz oder 2,5 Vpp in 50 Ohm. Sie kann in niedrigere Impedanzen steuern, aber der Ausgang wird in dem Fall aufgrund der Quellimpedanz von 50 Ohm reduziert.

3 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Options > Rear Panel >10MHz Ref Signal**.

4 Verwenden Sie den Eingabedrehknopf und den Softkey **10 MHz Ref.-Signal**, um **Eingang Ein** auszuwählen.

Aktivierung der Remote-Befehl-Protokollierung

Wenn die RMT-Lizenz aktiviert wird (bei Bestellung von DSOXSCPILOG), können Sie die Remote-Befehl-Protokollierung aktivieren. Bei Aktivierung können die an das Gerät gesendeten Remote-Befehle (und vom Gerät zurückgegebenen Ergebnisse) im Bildschirm, in einer Textdatei auf einem USB-Speichergerät oder sowohl im Bildschirm als auch in einer Textdatei protokolliert werden.

So aktivieren Sie die Remote-Befehl-Protokollierung:

1 Drücken Sie **[Utility] Dienstprogramm > Optionen > Remote-Protokoll** um das Menü Remote-Protokoll zu öffnen:

2 Drücken Sie **Aktivieren**, um die Protokollierungsfunktion für Remote-Befehle zu aktivieren oder zu deaktivieren.

Wenn die Remote-Protokollierung aktiviert ist, können in der zurückgegebenen Fehlerzeichenfolge zusätzliche Debug-Informationen enthalten sein. Wenn von der SCPI-Befehlsanalyse ein Fehler erkannt wird, beispielsweise ein Kopfzeilenfehler oder ein anderer Syntaxfehler, werden zusätzliche Debug-Informationen generiert und hinzugefügt. Wenn der Fehler jedoch vom Oszilloskop-System erkannt wird, beispielsweise wenn ein Außerhalb-des-Bereichs-Fehler gesendet wird, werden keine zusätzlichen Debug-Informationen hinzugefügt.

3 Drücken Sie **Ziel**, um auszuwählen, ob Remote-Befehle in eine Textdatei (auf einem angeschlossenen USB-Speichergerät) protokolliert werden, oder beides.

4 Drücken Sie **Schreibmodus**, um anzugeben, ob die protokollierten Befehle in einer neuen Liste erstellt oder an vorhandene protokollierte Befehle angehängt werden sollen.

   Ihre Auswahl wird wirksam, wenn Remote-Befehl-Protokollierung aktiviert ist.

   Diese Option gilt sowohl für Protokollierung im Bildschirm als auch für Protokollierung in Dateien.

5 Drücken Sie **Dateiname**, um das Menü Remote-Protokoll-Dateiname zu öffnen, in dem Sie den Namen der Datei (auf dem USB-Speichergerät) angegeben können, in die Remote-Befehle protokolliert werden.

6 Drücken Sie **Anzeige ein** , um die Bildschirmanzeige protokollierter Remote-Befehle und ihrer zurückgegebenen Werte zu aktivieren oder zu deaktivieren (sofern anwendbar).

7 Drücken Sie **Transparent**, um einen transparenten Hintergrund für die Bildschirmanzeige der Remote-Befehl-Protokollierung zu aktivieren oder zu deaktivieren.

   Aktivieren, um den Hintergrund transparent zu gestalten. Dadurch können Sie zugrunde liegende Wellenformen anzeigen.

   Deaktivieren für einen nichttransparenten Hintergrund, vor dem die protokollierten Remote-Befehle einfacher lesbar sind.

Ausführen von Serviceaufgaben

Im Menü Service (unter **[Utility] Hilfsprg. > Service**) können Sie Serviceaufgaben ausführen:

- "So führen Sie die benutzerdefinierte Kalibrierung durch" auf Seite 406
- "So führen Sie einen Hardware-Selbsttest durch" auf Seite 407
- "So führen Sie einen Selbsttest des vorderen Bedienfelds durch" auf Seite 407
- "Anzeigen von Informationen zum Oszilloskop" auf Seite 407
- "Anzeigen des Benutzerkalibrierungsstatus" auf Seite 408

Weitere Informationen zu Instandhaltung und Wartung des Oszilloskops finden Sie unter

- "So reinigen Sie das Oszilloskop" auf Seite 408
- "So überprüfen Sie den Status der Garantie und des erweiterten Wartungsservice" auf Seite 408
- "Kontaktaufnahme mit Keysight" auf Seite 408
- "So senden Sie das Gerät zurück" auf Seite 409

So führen Sie die benutzerdefinierte Kalibrierung durch

Benutzerdefinierte Kalibrierung durchführen

- Alle zwei Jahre oder nach 4000 Betriebsstunden.
- Wenn die Umgebungstemperatur 10° C über der Kalibrierungstemperatur liegt.
- Wenn Sie die Messgenauigkeit maximieren möchten

Die Häufigkeit der Verwendung, Umgebungsbedingungen und Erfahrung mit anderen Geräten sind maßgeblich für die Entscheidung, ob Sie kürzere Intervalle für die benutzerdefinierte Kalibrierung benötigen.

Die Funktion Benutzerkalibrierung führt ein internes Selbstanpassungsprogramm durch, um den Signalweg im Oszilloskop zu optimieren. Diese Routine kalibriert unter Verwendung interner Referenzsignale diverse Funktionsgruppen, die für die Kanalempfindlichkeit, den Offset und die Triggerparameter verantwortlich sind.

Ihr Kalibrierzertifikat wird durch die benutzerdefinierte Kalibrierung ungültig. Falls NIST-Normen (National Institute of Standards and Technology) protokolliert werden müssen, führen Sie den im *Keysight InfiniiVision 6000 X-Series Oscilloscopes Service Guide* beschriebenen Leistungstest mithilfe protokollierbarer Quellen durch.

Durchführen der benutzerdefinierten Kalibrierung

1. Trennen Sie vor dem Starten dieser Prozedur alle Eingangskabel, inklusive des Digitalkanalkabels an einem MSO, und lassen Sie das Oszilloskop warmlaufen.
2. Drücken Sie auf der Rückseite die CAL-Taste, um den Kalibrierungsschutz zu deaktivieren.
3. Schließen Sie das BNC-Kabel im Lieferumfang (54609-61609) am TRIG OUT-Anschluss an der Rückseite des Eingangs von Kanal 1 an.
4. Drücken Sie die Taste **[Utility] Hilfsprg.** und dann den Softkey **Service**.

5 Beginnen Sie die Selbstkalibrierung durch Drücken des Softkeys **Start Benutzerdefinierte Kalibrierung**.

So führen Sie einen Hardware-Selbsttest durch

Wenn Sie **[Utility Hilfsprg.] > Service > Hardware Selbsttest** drücken, wird durch interne Tests der ordnungsgemäße Betrieb des Oszilloskops geprüft.

Eine Ausführung des Hardware-Selbsttests wird in folgenden Fällen empfohlen:

- Wenn Sie den Eindruck haben, dass das Oszilloskop nicht mehr ordnungsgemäß arbeitet.
- Um zusätzliche Informationen zur genaueren Beschreibung eines Oszilloskopfehlers zu erhalten.
- Zur Verifikation der Funktionsfähigkeit nach einer Reparatur.

Ein erfolgreicher Hardware-Selbsttest gewährleistet allerdings keine 100%ige Funktionalität des Oszilloskops. Ein Hardware-Selbsttest bietet eine ca. 80%ige Wahrscheinlichkeit, dass das Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.

So führen Sie einen Selbsttest des vorderen Bedienfelds durch

Durch Drücken von **[Utility] Hilfsprg. > Service > Front Panel Selbsttest** können Sie Tasten und Knöpfe des vorderen Bedienfelds sowie die Oszilloskopanzeige testen.

Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bedienfeld.

Anzeigen von Informationen zum Oszilloskop

Drücken Sie **[Help] Hilfe > Info zum Oszilloskop**, um Informationen zu Ihrem Oszilloskop anzuzeigen:

- Modellnummer.
- Seriennummer.
- Bandbreite.
- Installiertes Modul.
- Softwareversion.
- Installierte Lizenzen. Siehe auch “Laden von Lizenzen und Anzeigen der Lizenzinformationen" auf Seite 435.

Anzeigen des Benutzerkalibrierungsstatus

Durch Drücken von **[Utility] Hilfsprg. > Service > User Calibration Status** wird die Ergebnisübersicht zur vorherigen benutzerdefinierten Kalibrierung sowie der Status von Tastkopfkalibrierungen für die kalibrierbaren Tastköpfe angezeigt. Passive Tastköpfe müssen nicht kalibriert werden. Tastköpfe des Typs InfiniiMax hingegen können kalibriert werden. Weitere Informationen über die Kalibrierung der Tastköpfe finden Sie auf "So kalibrieren Sie eine Messsonde" auf Seite 96.

So reinigen Sie das Oszilloskop

1. Trennen Sie das Gerät vom Stromnetz ab.
2. Reinigen Sie die äußere Oberfläche des Oszilloskops mit einem weichen, mit Wasser oder einer milden Seifenlösung angefeuchteten Tuch.
3. Stellen Sie sicher, dass das Instrument vollständig trocken ist, bevor Sie es wieder an das Netzteil anschließen.

So überprüfen Sie den Status der Garantie und des erweiterten Wartungsservice

Garantiestatus anzeigen

1. Besuchen Sie im Internet die Seite www.keysight.com/find/warrantystatus
2. Geben Sie Modell- und Seriennummer des Produkts ein. Es wird daraufhin der Garantiestatus zu Ihrem Produkt angezeigt. Falls unser System den Garantiestatus zu Ihrem Produkt nicht ermitteln kann, klicken Sie auf **Kontaktdaten** und wenden Sie sich an einen Mitarbeiter von Keysight Technologies.

Kontaktaufnahme mit Keysight

Informationen zur Kontaktaufnahme mit Keysight Technologies finden Sie unter: www.keysight.com/find/contactus

So senden Sie das Gerät zurück

Informieren Sie sich bitte bei der nächstgelegenen Verkaufs- oder Kundendienststelle von Keysight Technologies über die erforderlichen Versandbestimmungen, bevor Sie das Oszilloskop an Keysight Technologies schicken. Informationen zur Kontaktaufnahme mit Keysight Technologies finden Sie unter: www.keysight.com/find/contactus

1 Schreiben Sie die folgenden Informationen auf ein Etikett und befestigen Sie dieses am Oszilloskop.
   - Name und Adresse des Eigentümers
   - Modellnummer
   - Seriennummer
   - Beschreibung des erforderlichen Service oder Fehlerhinweise

2 Entfernen Sie etwaiges Zubehör vom Oszilloskop.

   Legen Sie nur dann Zubehörteile bei, wenn diese mit den Fehlersymptomen im Zusammenhang stehen.

3 Verpacken Sie das Oszilloskop.

   Sie können entweder das ursprüngliche Verpackungsmaterial verwenden oder eigenes Material benutzen, so dass das Gerät während des Versands ausreichend geschützt ist.

4 Versiegeln Sie die Transportverpackung und kennzeichnen Sie sie mit FRAGILE (ZERBRECHLICH).

Konfigurieren der Taste [Quick Action] Schnellbefehle

Mit der Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** können Sie häufige, wiederholte Aktionen mit einem einzigen Tastendruck ausführen.

So konfigurieren Sie die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle**:

1 Drücken Sie **[Utility] Hilfsprg. > Schnellaktion > Aktion**; wählen Sie dann die durchzuführende Aktion:
   - **Aus** – deaktiviert die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle**.

- **Alle Messungen schnell** – zeigt ein Popup-Menü mit einer Momentaufnahme aller einzelnen Wellenformmessungen an. Mit dem Softkey **Quelle** können Sie die Wellenformquelle auswählen (die auch im Menü Messungen zur Quellenauswahl wird). Siehe Kapitel 14, “Messungen,” ab Seite 263.
- **Schnelles Messstatistik-Reset** – setzt alle Messstatistiken und den Messzähler zurück. Siehe hierzu “Messungsstatistiken" auf Seite 291.
- **Schnelles Maskenstatistiken-Reset** – setzt die Maskenstatistiken und die Zähler zurück. Siehe hierzu “Maskenstatistiken" auf Seite 328.
- **Schnelldruck** – druckt den aktuellen Bildschirm. Drücken Sie **Einstellungen** zur Einrichtung der Druckoptionen. Siehe Kapitel 22, “Drucken (Bildschirme),” ab Seite 383.
- **Schnellspeicherung** – speichert aktuelles Bild, Wellenformdaten oder Setup. Drücken Sie **Einstellungen** zur Einrichtung der Speicheroptionen. Siehe Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367.
- **Quick-E-Mail** – verschickt die aktuelle Konfigurationsdatei, das Bildschirmabbild oder die Datendatei per E-Mail. Drücken Sie **Einstellungen**, um die E-Mail-Optionen zu konfigurieren. Siehe hierzu “Konfiguration für E-Mail-Versand, Bildschirmabbildungen, oder Daten" auf Seite 377.
- **Schneller erneuter Aufruf** – ruft ein Setup, eine Maske oder Referenzwellenform auf. Drücken Sie **Einstellungen** zur Einrichtung der Aufrufoptionen. Siehe Kapitel 21, “Speichern/per E-Mail versenden/Abrufen (Konfigurationen, Anzeigen, Daten),” ab Seite 367.
- **Schnellfixierungsanzeige** – fixiert die Anzeige, ohne laufende Erfassungen anzuhalten bzw. hebt die derzeitige Fixierung der Anzeige auf. Weitere Informationen siehe “Fixieren der Anzeige" auf Seite 175.
- **Schnell-Trigger-Modus** – schaltet den Triggermodus zwischen „Auto" und „Normal" um, siehe “So wählen Sie den automatischen oder normalen Triggermodus" auf Seite 224.
- **Anzeige-Schnelllöschung** – löscht die Anzeige, siehe “So löschen Sie die Anzeige" auf Seite 169.

Sobald die Taste **[Quick Action] Schnellbefehle** konfiguriert ist, drücken Sie einfach diese Taste, um die gewünschte Aktion durchzuführen.

24 Webschnittstelle

Zugriff auf die Webschnittstelle / 412
Browser Web Control / 413
Speichern/Abrufen / 419
Bild erfassen / 421
Identifikationsfunktion / 422
Geräte-Dienstprogramme / 423
Einstellen eines Kennworts / 425

Wenn die Oszilloskope der Keysight InfiniiVision 6000 X-Series in ein LAN eingebunden sind, können Sie auf den im Oszilloskop integrierten Webserver über einen Java™-aktivierten Webbrowser zugreifen. Die Webschnittstelle des Oszilloskops ermöglicht Folgendes:

- Anzeigen von Informationen über das Oszilloskop wie Modellnummer, Seriennummer, Hostname, IP-Adresse und VISA-Verbindungszeichenfolge (Adresse).
- Steuern des Oszilloskops über die Funktion zur Fernbedienung (Remote Front Panel)
- Senden von SCPI (Standard Commands for Programmable Instrumentation) Fernbedienbefehlen über das Appletfenster SCPI-Commands.
- Speichern von Setups, Bildschirmbildern, Wellenformdaten und Maskendateien.
- Abrufen von Setup-, Referenzwellenformdaten- und Maskendateien
- Erzeugen von Bildschirmbildern und Speichern oder Drucken der Bilder aus dem Browser.
- Aktivieren der Identifikationsfunktion, um ein bestimmtes Gerät zu identifizieren. Hierzu wird eine Meldung angezeigt oder ein Licht am vorderen Bedienfeld leuchtet auf.

- Anzeigen von installierten Optionen und Firmware-Versionen, Installieren von Firmware-Upgradedateien, und Anzeigen des Kalibrierungsstaus (über die Seite Instrument Utilities, d.h. Geräte-Dienstprogramme).
- Anzeigen und Ändern der Netzwerkkonfiguration des Oszilloskops.

Die Webschnittstelle des Oszilloskops der InfiniiVision X-Series enthält auch eine Hilfe für alle aufrufbaren Seiten.

Microsoft Internet Explorer ist der empfohlene Webbrowser für die Kommunikation und Steuerung des Oszilloskops. Sie können zwar auch andere Webbrowser verwenden, es besteht jedoch keine Garantie, dass diese einwandfrei mit dem Oszilloskop funktionieren. Für den Webbrowser muss Java aktiviert sein.

Bevor Sie die Webschnittstelle verwenden können, muss das Oszilloskop im Netzwerk erkannt und die LAN-Verbindung eingerichtet werden.

Zugriff auf die Webschnittstelle

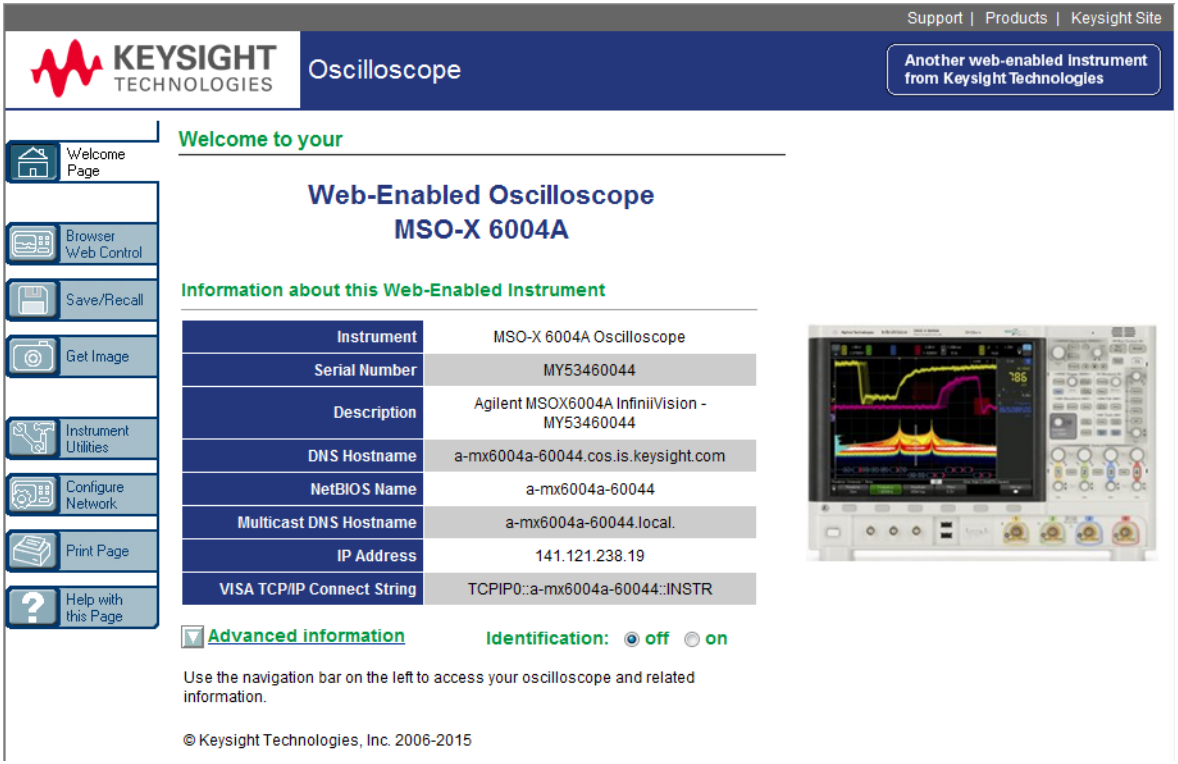
So greifen Sie auf die Webschnittstelle des Oszilloskops zu:

1 Schließen Sie das Oszilloskop an das LAN an (siehe “Herstellen einer LAN-Verbindung" auf Seite 391) oder richten Sie eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung ein (siehe “Eigenständige (Punkt-zu-Punkt-) Verbindung mit einem PC" auf Seite 392).

   Eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist möglich, doch ist die LAN-Nutzung die bevorzugte Methode.

2 Geben Sie den Hostnamen oder die IP-Adresse des Oszilloskops im Webbrowser ein.

   Die Begrüßungsseite der Webschnittstelle des Oszilloskops wird angezeigt.



Browser Web Control

Die Webschnittstelle der Seite Browser Web Control ermöglicht den Zugriff auf folgende Funktionen:

- Das Full Scope Remote Front Panel (siehe “Full Scope Remote Front Panel" auf Seite 414).
- Das Screen Only Remote Front Panel (siehe “Screen Only Remote Front Panel" auf Seite 415).
- Das Tablet Remote Front Panel (siehe “Tablet-Remote-Bedienfeld" auf Seite 416).
- Das SCPI-Befehlsfenster-Applet zur Fernsteuerung (siehe “Fernsteuerung über die Webschnittstelle" auf Seite 417).

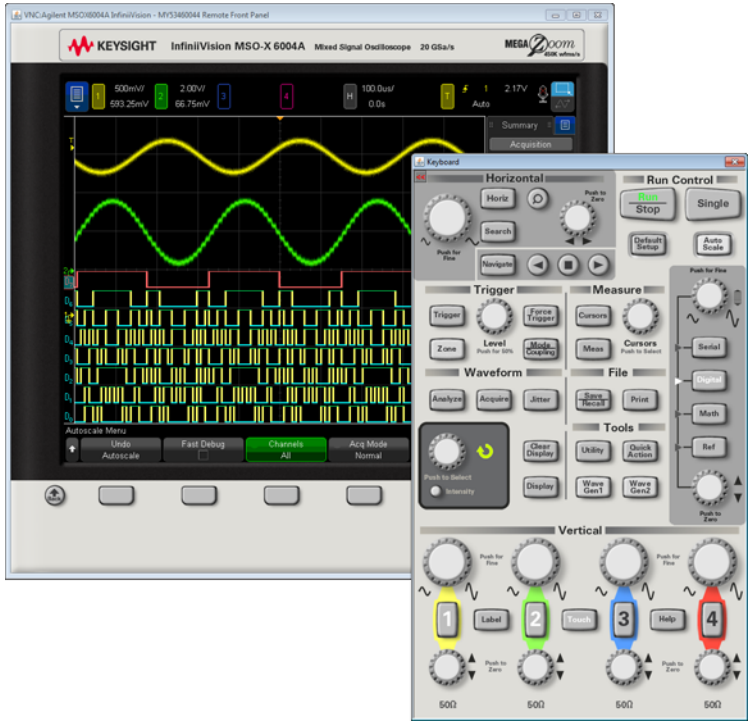
HINWEIS **Falls Java auf Ihrem Computer nicht installiert ist, werden Sie aufgefordert, das Java Plug-in zu installieren. Zur Ausführung von „Remote Front Panel"- oder Fernprogrammierungsfunktionen der Webschnittstelle auf dem Steuerungs-PC ist dieses Plug-in erforderlich.**

Das SCPI-Befehlsfenster eignet sich gut zum Testen von Befehlen oder zur interaktiven Eingabe von Befehlen. Beim Erstellen automatisierter Programme zur Steuerung des Oszilloskops nutzen Sie in der Regel die Keysight IO Libraries aus einer Programmierumgebung wie Microsoft Visual Studio heraus (siehe “Fernprogrammierung mit Keysight IO Libraries" auf Seite 418).

Full Scope Remote Front Panel

So betreiben Sie das Oszilloskop mithilfe des Full Scope Remote Front Panel der Webschnittstelle:

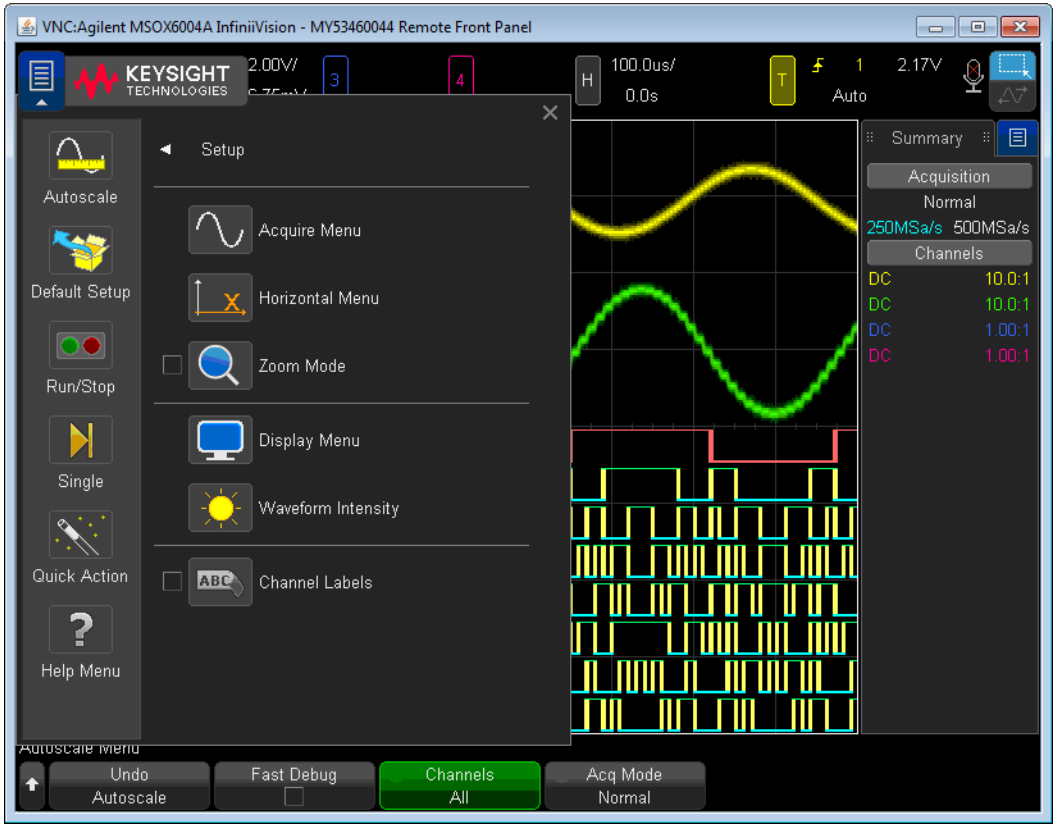
1. Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe “Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).
2. Wenn die Webschnittstelle des Oszilloskops angezeigt wird, wählen Sie **Browser Web Control** und dann **Full Scope Remote Front Panel**. Nach wenigen Sekunden wird das Remote Front Panel angezeigt.
3. Hier können Sie auf die Tasten und Knöpfe klicken, auf die Sie normalerweise am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops drücken würden. Ziehen Sie an den Rändern der dargestellten Knöpfe, um diese zu drehen.



Screen Only Remote Front Panel

So betreiben Sie das Oszilloskop mithilfe des Screen Only Remote Front Panel der Webschnittstelle:

1. Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe "Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).
2. Wenn die Webschnittstelle des Oszilloskops angezeigt wird, wählen Sie **Browser Web Control** und dann **Screen Only Remote Front Panel**. Nach wenigen Sekunden wird das Remote Front Panel angezeigt.
3. Steuern Sie das Oszilloskop über Hauptmenü und Funktionstasten. Klicken Sie zur Anzeige der Schnellhilfe mit der rechten Maustaste auf einen Softkey.



Bildlauf und Bildschirmauflösung

Wenn auf dem Remotecomputer eine Bildschirmauflösung von 800 x 600 Pixel oder weniger eingestellt ist, müssen Sie zur vollständigen Anzeige des Remote Front Panel den Bildlauf verwenden. Wenn Sie das Remote Front Panel ohne Bildlaufleisten anzeigen möchten, wählen Sie auf dem Monitor Ihres Computers eine größere Bildschirmauflösung als 800 x 600.

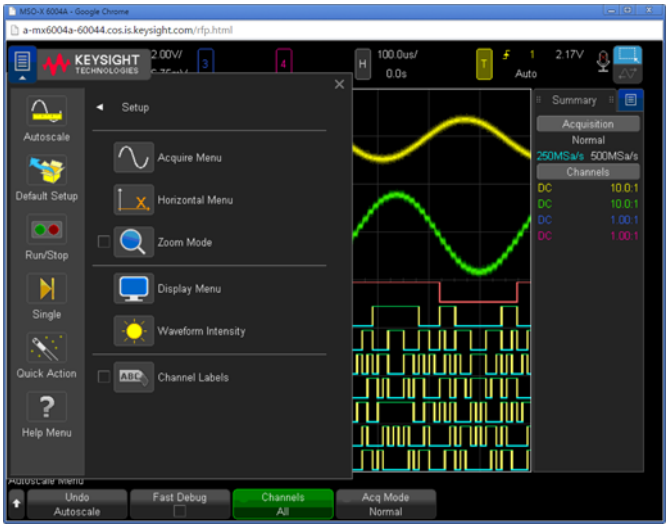
Tablet-Remote-Bedienfeld

So betreiben Sie das Oszilloskop mithilfe des „Tablet Remote Front Panel" der Webschnittstelle:

1 Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe “Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).

2 Wenn die Webschnittstelle des Oszilloskops angezeigt wird, wählen Sie **Browser Web Control** und anschließend **Tablet Remote Front Panel**. Nach wenigen Sekunden wird das Remote Front Panel angezeigt.

3 Hier können Sie auf die Tasten und Knöpfe klicken, auf die Sie normalerweise am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops drücken würden. Es wurden Bedienelemente für das Drehen der Drehknöpfe hinzugefügt.



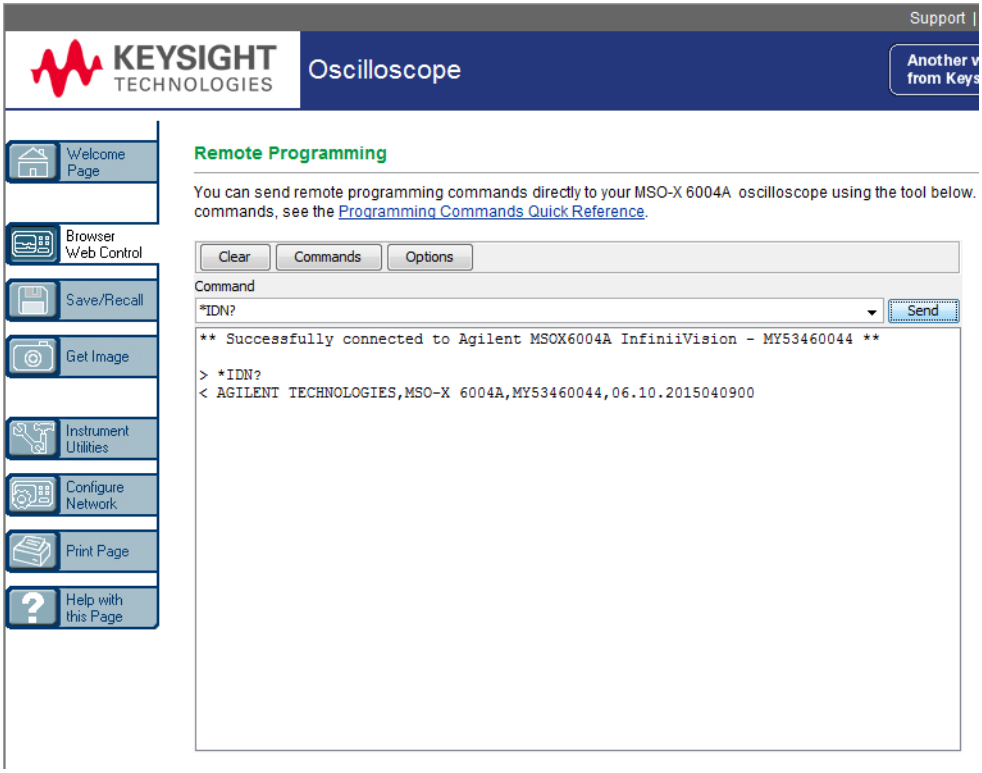
Fernsteuerung über die Webschnittstelle

So senden Sie Fernsteuerungsbefehle über das SCPI-Befehls-Applet-Fenster an das Oszilloskop:

1 Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe "Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).

2 Wenn die Webschnittstelle des Oszilloskops angezeigt wird, wählen Sie **Browser Web Control** und anschließend **Remote Programming**.

Das SCPI-Befehls-Applet wird auf der Webseite im Browser angezeigt.



Fernprogrammierung mit Keysight IO Libraries

Das SCPI-Befehls-Applet-Fenster ermöglicht Ihnen die Eingabe von und Fernsteuerung mit Befehlen. Fernsteuerung für automatisierte Tests und Datenerfassung wird in der Regel mithilfe der Keysight IO Libraries durchgeführt, die von der Webschnittstelle des Geräts unabhängig sind.

Mithilfe der Keysight IO Libraries kann ein Steuerungscomputer mit Oszilloskopen des Typs Keysight InfiniiVision X-Series über die USB-, LAN- oder GPIB-Schnittstellen kommunizieren.

Die Konnektivitätssoftware der Keysight IO Libraries Suite ermöglicht die Kommunikation über diese Schnittstellen. Sie können die Keysight IO Libraries Suite von www.keysight.com/find/iolib herunterladen.

Informationen zur Steuerung des Oszilloskops mithilfe der Fernsteuerungsbefehle finden Sie auf der Dokumentations-CD des Oszilloskops im *Programmierhandbuch*. Sie können auch auf der Keysight Website auf dieses Dokument zugreifen.

Weitere Informationen zum Anschluss des Oszilloskops finden Sie im *Keysight Technologies USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide*. Eine Druckversion des *Connectivity Guide* erhalten Sie über unsere Website. Rufen Sie dazu in Ihrem Browser www.keysight.com auf und suchen Sie nach „ Connectivity Guide".

Speichern/Abrufen

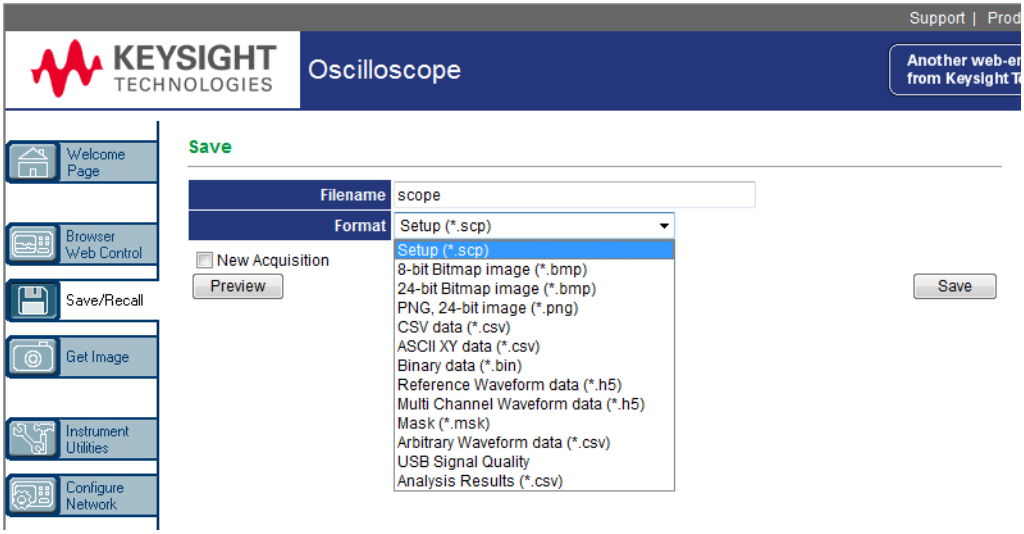
Über die Webschnittstelle des Oszilloskops können Sie Setup-Dateien, Bildschirmbilder, Wellenformdatendateien oder Maskendateien auf Ihrem PC speichern (siehe “Speichern von Dateien über die Webschnittstelle" auf Seite 419).

Über die Webschnittstelle des Oszilloskops können Sie Setup-Dateien, Wellenformdatendateien oder Maskendateien über Ihren PC abrufen (siehe “Abruf von Dateien über die Webschnittstelle" auf Seite 420).

Speichern von Dateien über die Webschnittstelle

So speichern Sie über die Webschnittstelle des Oszilloskops Setup-Dateien, Bildschirmbilder, Auflisterdaten, Wellenformdaten- oder Maskendateien auf Ihrem PC:

1. Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe “Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).
2. Wenn die Webschnittstelle angezeigt wird, wählen Sie die Registerkarte **Save/Recall** (Speichern/Abrufen) auf der linken Seite der Willkommensseite.
3. Klicken Sie auf den Link **Save**.
4. Auf der Seite Save:
   a. Geben Sie den Namen der Datei ein, in der Sie die Daten speichern möchten.
   b. Wählen Sie das Format aus:



Sie können auf **Preview (Vorschau)** klicken, um die aktuelle Bildschirmanzeige des Oszilloskops anzuzeigen. In der Vorschau können Sie das Kontrollkästchen **New Acquisition** verwenden, um eine neue Erfassung zu erzwingen, bevor die Vorschau angezeigt wird.

Bei einigen Formaten können Sie auf **Save Setup Info** klicken, um die Setup-Informationen in einer .txt-Datei mit dem Format ASCII zu speichern.

c Klicken Sie auf **Save**.

Die aktuelle Erfassung wird gespeichert.

d Klicken Sie im Dialogfenster File Download auf **Save**.

e Navigieren Sie im Dialogfenster Save As zu dem Ordner, in dem Sie die Datei speichern möchten und klicken Sie dann auf **Save**.

Abruf von Dateien über die Webschnittstelle

So rufen Sie über die Webschnittstelle des Oszilloskops Setup-Dateien, Referenzwellenformdaten- oder Maskendateien von Ihrem PC ab:

1 Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe "Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).

2 Wenn die Webschnittstelle angezeigt wird, wählen Sie die Registerkarte **Save/Recall** (Speichern/Abrufen) auf der linken Seite der Willkommensseite.

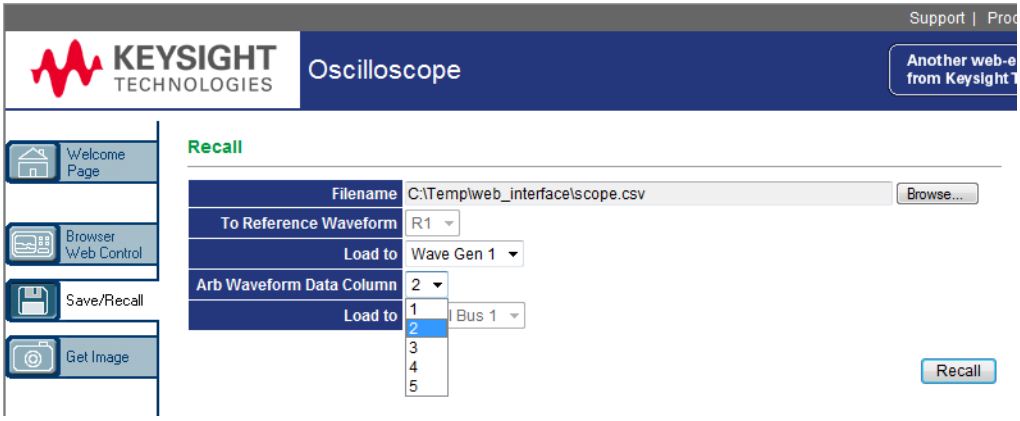
3 Klicken Sie auf den Link **Recall**.

4 Auf der Seite Recall:

   a Klicken Sie auf **Browse...**.

   b Wählen Sie im Dateiauswahldialogfeld die abzurufende Datei und klicken Sie auf **Open**.

   c Wählen Sie beim Abrufen der Referenzwellenform-Datendateien den Speicherort **To Reference Waveform**.



   d Klicken Sie auf **Recall**.

Bild erfassen

So speichern (oder drucken) Sie die Anzeige des Oszilloskops auf der Webschnittstelle:

1 Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe "Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).

2 Wenn die Webschnittstelle angezeigt wird, wählen Sie die Registerkarte **Get Image** (Bild erfassen) auf der linken Seite der Willkommensseite. Nach einigen Sekunden wird das Bildschirmbild des Oszilloskops angezeigt.

3 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Bild und wählen Sie **Save Picture As...** (Bild speichern unter) (oder **Print Picture...** Bild drucken).

4 Wählen Sie einen Speicherort für die Bilddatei und klicken Sie auf **Save** (Speichern).

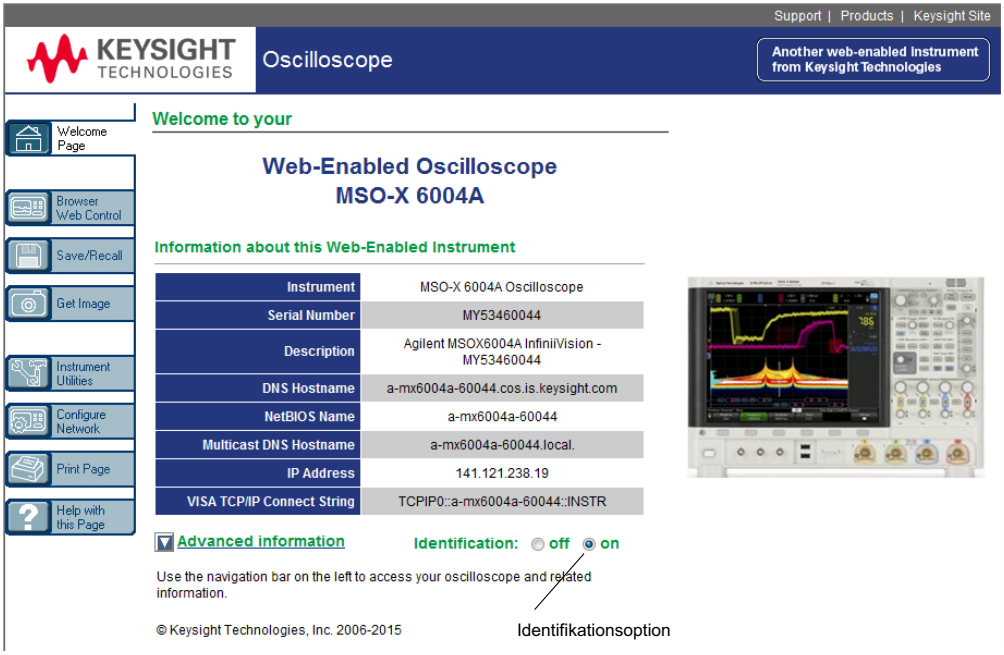
Identifikationsfunktion

Die Identifikationsfunktion der Webschnittstelle ist nützlich, wenn ein bestimmtes Gerät in einem Apparaturgestell erkannt werden soll.

1 Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe "Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).

2 Wenn die Begrüßungsseite der Webschnittstelle des Oszilloskops angezeigt wird, wählen Sie die Optionsschaltfläche zum **Einschalten** der Identifikation.

   Eine Meldung auf dem Oszilloskop bestätigt, dass die Identifikation aktiviert ist; Sie können die Identifikation entweder **ausschalten** oder den Softkey **OK** drücken, damit sie fortgesetzt wird.

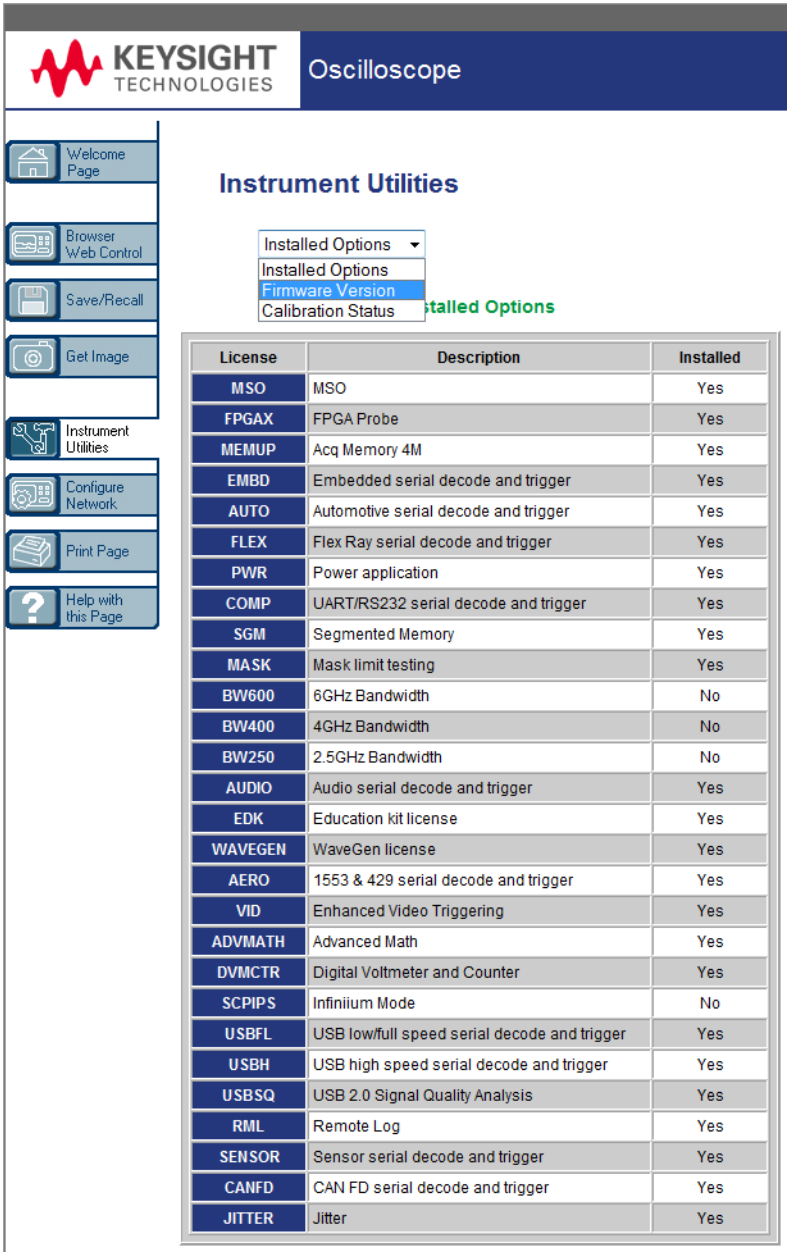


Geräte-Dienstprogramme

Auf der Geräte-Dienstprogramme-Seite der Webschnittstelle können Sie:

- Installierte Optionen anzeigen.
- Firmware-Versionen anzeigen.
- Firmware-Upgrade-Dateien installieren.
- Den Kalibrierungsstatus anzeigen.

Sie können diese Funktionen über ein Dropdown-Menü wählen.



License	Description	Installed
MSO	MSO	Yes
FPGAX	FPGA Probe	Yes
MEMUP	Acq Memory 4M	Yes
EMBD	Embedded serial decode and trigger	Yes
AUTO	Automotive serial decode and trigger	Yes
FLEX	Flex Ray serial decode and trigger	Yes
PWR	Power application	Yes
COMP	UART/RS232 serial decode and trigger	Yes
SGM	Segmented Memory	Yes
MASK	Mask limit testing	Yes
BW600	6GHz Bandwidth	No
BW400	4GHz Bandwidth	No
BW250	2.5GHz Bandwidth	No
AUDIO	Audio serial decode and trigger	Yes
EDK	Education kit license	Yes
WAVEGEN	WaveGen license	Yes
AERO	1553 & 429 serial decode and trigger	Yes
VID	Enhanced Video Triggering	Yes
ADVMATH	Advanced Math	Yes
DVMCTR	Digital Voltmeter and Counter	Yes
SCPIPS	Infiniium Mode	No
USBFL	USB low/full speed serial decode and trigger	Yes
USBH	USB high speed serial decode and trigger	Yes
USBSQ	USB 2.0 Signal Quality Analysis	Yes
RML	Remote Log	Yes
SENSOR	Sensor serial decode and trigger	Yes
CANFD	CAN FD serial decode and trigger	Yes
JITTER	Jitter	Yes

Einstellen eines Kennworts

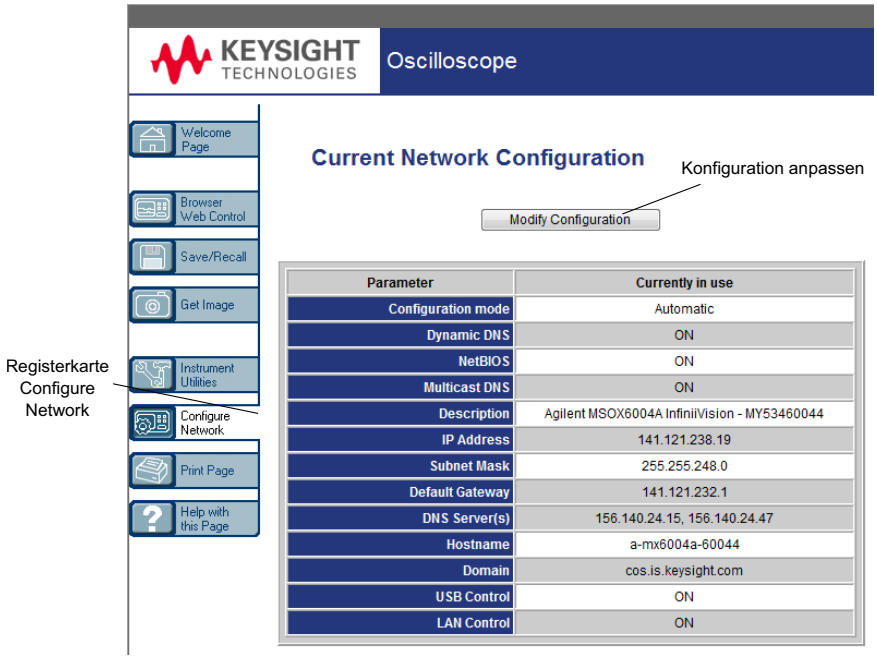
Wenn Sie das Oszilloskop mit einem LAN verbinden, empfiehlt sich die Einrichtung eines Kennworts. Das Kennwort verhindert, dass jemand über einen Webbrowser auf das Oszilloskop zugreifen und Parameter ändern kann. Remotebenutzer können immer noch Begrüßungsbildschirm und Netzwerkstatus etc. anzeigen, doch ohne Kennwort können sie das Gerät nicht bedienen oder sein Setup ändern.

So richten Sie ein Kennwort ein:

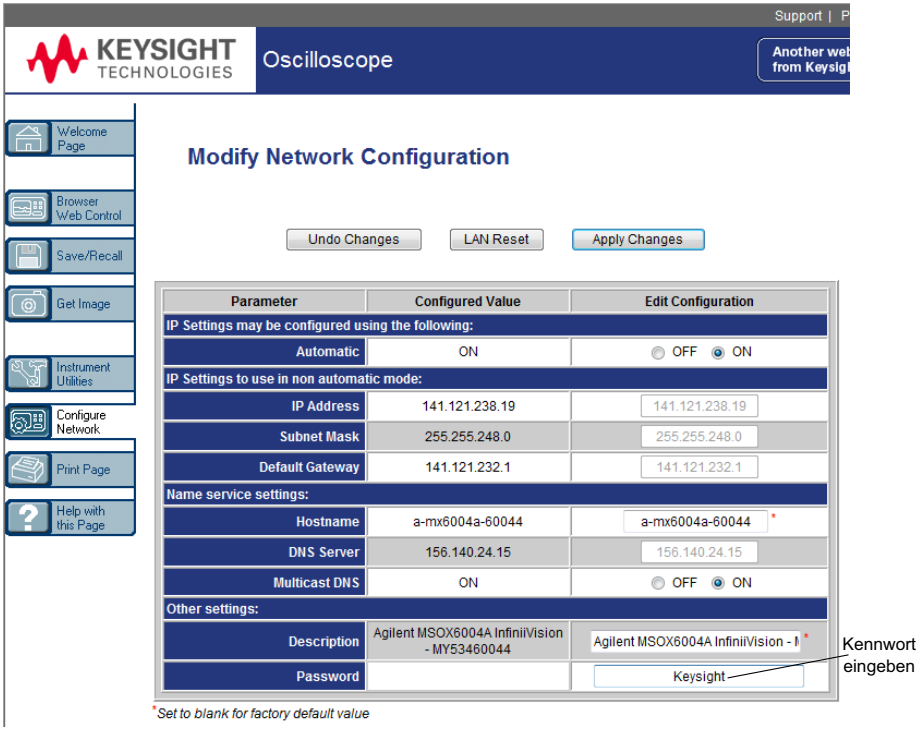
1 Rufen Sie die Webschnittstelle des Oszilloskops auf (siehe "Zugriff auf die Webschnittstelle" auf Seite 412).

2 Wenn die Webschnittstelle des Oszilloskops angezeigt wird, wählen Sie die Registerkarte Configure Network auf der Begrüßungsseite des Geräts.

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **Modify Configuration**.



4 Geben Sie das gewünschte Kennwort ein und klicken Sie auf **Apply Changes**.



Für den Zugriff auf das kennwortgeschützte Oszilloskop ist die IP-Adresse des Oszilloskops der Benutzername.

So setzen Sie das Kennwort zurück

Setzen Sie das Kennwort mittels einer der folgenden Methoden zurück:

- Drücken Sie am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops **[Utility] Hilfsprg. > E/A > LAN zurücksetzen**.
- Wählen Sie im Webbrowser die Registerkarte **Configure Network** und dann **Modify Configuration**, löschen Sie das Kennwort und wählen Sie **Apply Changes** (Änderungen anwenden).

25 Referenz

Technische Daten und Merkmale / 427
Messkategorie / 427
Umgebungsbedingungen / 429
Messsonden und Zubehör / 430
Laden von Lizenzen und Anzeigen der Lizenzinformationen / 435
Software- und Firmware-Updates / 438
Binärdatenformat (.bin) / 438
CSV- und ASCII-XY-Dateien / 445
Über diese Ausgabe / 447

Technische Daten und Merkmale

Die vollständigen, aktuellen technischen Daten und Merkmale finden Sie auf dem Datenblatt des InfiniiVision Oszilloskops. Zum Herunterladen des Datenblatts besuchen Sie folgende Webseite: www.keysight.com/find/6000X-Series

Wählen Sie die Registerkarte **Library** und anschließend **Specifications**.

Oder besuchen Sie die Keysight-Homepage unter www.keysight.com und suchen Sie nach "6000 X-Series oscilloscopes data sheet".

Kontaktieren Sie Ihre Keysight Niederlassung vor Ort, um ein Datenblatt telefonisch zu bestellen. Eine vollständige Liste der Niederlassungen finden Sie unter: www.keysight.com/find/contactus.

Messkategorie

- "Oszilloskop-Messkategorie" auf Seite 428
- "Messkategoriedefinitionen" auf Seite 428

- "Transientenfestigkeit" auf Seite 429

Oszilloskop-Messkategorie

Die InfiniiVision-Oszilloskope sind für Messungen in der Kategorie I vorgesehen.

WARNUNG **Verwenden Sie dieses Gerät nur für Messungen innerhalb der angegebenen Messkategorie.**

Messkategoriedefinitionen

Zur Messkategorie I gehören Messungen, die an Stromkreisen ausgeführt werden, die nicht direkt mit HAUPTSTROMLEITUNGEN verbunden sind. Beispiele sind Messungen an Stromkreisen, die nicht von HAUPTSTROMLEITUNGEN abgeleitet sind und von HAUPTSTROMLEITUNGEN abgeleitete Stromkreise, die besonders gesichert sind (intern). In letzterem Fall können veränderliche transiente Überspannungen auftreten. Die Transientenfestigkeit des Geräts wird deshalb angegeben.

Zur Messkategorie II gehören Messungen, die an Stromkreisen ausgeführt werden, die direkt mit der Niederspannungsinstallation verbunden sind. Beispiele sind Messungen an Haushaltsgeräten, tragbaren und ähnlichen Geräten.

Zur Messkategorie III gehören Messungen, die bei der Installation durchgeführt werden. Beispiele sind Messungen an Verteilern, Trennschaltern, Verkabelungen, einschließlich Kabel, Stromanschlüssen, Abzweigdosen, Schalter, Steckdosen in festen Installationen und Geräte für den industriellen Gebrauch sowie einige andere Geräte einschließlich stationärer Motoren mit ständiger Verbindung zu festen Installationen.

Zur Messkategorie IV gehören Messungen, die an der Quelle der Niederspannungsinstallation vorgenommen werden. Beispiele sind Stromzähler und Messungen an primären Überspannungsschutzgeräten und Wellenkontrolleinheiten.

Transientenfestigkeit

VORSICHT ⚠ Maximale Eingangsspannung an Analogeingängen

300 Vrms, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk

50Ω Eingang: 5 Vrms verfügt deshalb über einen Eingangsschutz von 50 Ω und die 50 Ω-Ladung schaltet sich aus, sobald 5 Vrms überschritten wird. Abhängig von der Zeitkonstante des Signals, können jedoch die Eingänge trotzdem beschädigt werden. Der 50 Ω-Eingangsschutz funktioniert nur bei eingeschaltetem Oszilloskop.

VORSICHT ⚠ Maximale Eingangsspannung an Digitalkanälen

±40 V Spitze; transiente Überspannung 800 Vpk

Umgebungsbedingungen

Betriebsbedingungen	Ausschließlich zur Verwendung in Innenräumen.
Umgebungstemperatur	Betrieb: 0 °C to +50 °C; Lagerung/Versand: –30 °C to +70 °C
Luftfeuchtigkeit	Betrieb: 50% bis 95% relative Feuchtigkeit bei 40 °C für 5 Tage. Außer Betrieb: 90% relative Feuchtigkeit bei 65 °C für 24 Std.
Höhe	Maximale Betriebshöhe: 4000 m (13,123 ft)
Überspannungskategorie	Dieses Gerät erhält seinen Strom über HAUPTSTROMLEITUNGEN und erfüllt die Anforderungen der für Steckerschnurgeräte üblichen Überspannungskategorie II.
Verschmutzungsgrad	Oszilloskope der InfiniiVision 6000 X-Serie können unter Verschmutzungsgrad 2 (oder Verschmutzungsgrad 1) betrieben werden.

Verschmutzungsgraddefinitionen	Verschmutzungsgrad 1: Keine Verschmutzung, keine leitende Verschmutzung. Die Verschmutzung hat keinen Einfluss. Beispiel: Ein sauberer Raum oder eine klimatisierte Büroumgebung. Verschmutzungsgrad 2. Normalerweise tritt nur trockener, nicht-leitfähiger Schmutz auf. Mit gelegentlichem Auftreten von Schmutz, der durch Kondensation zeitweise leitfähig ist, muß gerechnet werden. Beispiel: Eine gewöhnliche Umgebung in geschlossenen Räumen. Verschmutzungsgrad 3: Leitende Verschmutzung oder trockene, nicht-leitende Verschmutzung, die durch erwartete Kondensation leitend wird. Beispiel: Eine überdachte Außenumgebung.

Messsonden und Zubehör

In diesem Abschnitt sind die Messsonden und Zubehörteile aufgelistet, die mit den 6000 X-Series Oszilloskopen kompatibel sind.

- "Passive Messsonden" auf Seite 431
- "Einpolige aktive Messsonden" auf Seite 431
- "Differentialmesssonden" auf Seite 432
- "Strommesssonden" auf Seite 433
- "Verfügbares Zubehör" auf Seite 434

Schnittstelle AutoProbe

Die meisten einpolig aktiven Messsonden, Differential- und Strommesssonden sind mit der AutoProbe-Schnittstelle kompatibel. Aktive Messsonden ohne eigene externe Stromversorgung benötigen reichlich Strom über die AutoProbe-Schnittstelle.

In den folgenden Tabellen für AutoProbe-Schnittstellenkompatible Messsonden zeigt „Mögliche Menge" an, welche maximale Anzahl an aktiven Messsondentypen jeweils an das Oszilloskop angeschlossen werden kann.

Falls zu viel Strom über die AutoProbe-Schnittstelle gezogen wird, weist eine Fehlermeldung darauf hin, dass alle Messsonden zum Zurücksetzen der Schnittstelle vorübergehend entfernt werden müssen. Schließen Sie dann nur die Anzahl an Messsonden an, die unterstützt wird.

Siehe auch

Weitere Informationen zu Messsonden und Zubehörfinden Sie unter www.keysight.com für:

- Probes and Accessories Selection Guide (5989-6162EN)

- InfiniiVision Oscilloscope Probes and Accessories Selection Guide Data Sheet (5968-8153EN)

Passive Messsonden

Oszilloskope der Reihe InfiniiVision 6000 X erkennen passive Messsonden, wie den N2894A, 10070D, N2870A, usw. Der Anschluss dieser Messsonden ist mit einem Stecker ausgestattet, der zu dem Ring an der BNC-Buchse passt. Bei erkannten passiven Keysight-Messsonden wird daher der Dämpfungsfaktor automatisch eingestellt.

Bei passiven Messsonden, die nicht über einen solchen Stecker verfügen, muss der Tastkopfdämpfungsfaktor manuell eingestellt werden, da diese nicht automatisch erkannt werden. Siehe hierzu "So legen Sie die Messsondendämpfung fest" auf Seite 95.

Die folgenden passiven Messsonden können mit den Oszilloskopen der InfiniiVision 6000 X-Serie verwendet werden. Dabei ist jede Kombination möglich.

Tabelle 4 Passive Messsonden

Modell	Beschreibung
10076B	Hochspannungstastkopf (passiv), 100:1, 4 kV, 250 MHz
N2771B	Hochspannungstastkopf (passiv), 1000:1, 30 kV, 50 MHz
N2874A	Passive Messonde mit niedriger Impedanz, 10:1, 1,5 GHz, 500 Ohm Eingabe Z, 1,3 m
N2876A	Passive Messonde mit niedriger Impedanz, 100:1, 1,5 GHz, 5 k Ohm Eingabe Z, 1,3 m
N2894A	Passiver Tastkopf, 10:1, 700 MHz, 1,3 m

Einpolige aktive Messsonden

Die folgenden einpoligen aktiven Messsonden können mit den Oszilloskopen der InfiniiVision 6000 X-Serie verwendet werden.

Tabelle 5 Aktive Messsonden

Modell	Beschreibung	Mögliche Menge[1]
1130A	1.5 GHz InfiniiMax Verstärker (mit einpoligem Tastkopf)	4
1131A	3.5 GHz InfiniiMax Verstärker (mit einpoligem Tastkopf)	4
1132A	5 GHz InfiniiMax Verstärker (mit einpoligem Tastkopf)	4
1134A	7 GHz InfiniiMax Verstärker (mit einpoligem Tastkopf)	4
N2750A	InfiniiMode aktiver Differentialmesssonde (in symmetrischen Modi), 1,5 GHz, 30 VDC + Spitze AC max mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2751A	InfiniiMode aktiver Differentialmesssonde (in symmetrischen Modi), 3,5 GHz, 30 VDC + Spitze AC max mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2752A	InfiniiMode aktiver Differentialmesssonde (in symmetrischen Modi), 6 GHz, 30 VDC + Spitze AC max mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2744A	T2A-Messsonden-Schnittstellenadapter	Unbekannt, hängt von den angeschlossenen Messsonden ab
N2795A	Aktive Messsonde, 1 GHz mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2796A	Aktive Messsonde, 2 GHz mit AutoProbe-Schnittstelle	4
[1]Siehe “Schnittstelle AutoProbe" auf Seite 430.		

Differentialmesssonden

Die folgenden Differentialmesssonden können mit den Oszilloskopen der InfiniiVision 6000 X-Serie verwendet werden.

Tabelle 6 Differentialmesssonden

Modell	Beschreibung	Mögliche Menge[1]
1130A	1.5 GHz InfiniiMax Verstärker (mit Differentialmesssonde)	4

Tabelle 6 Differentialmesssonden (continued)

Modell	Beschreibung	Mögliche Menge[1]
1131A	3.5 GHz InfiniiMax Verstärker (mit Differentialmesssonde)	4
1132A	5 GHz InfiniiMax Verstärker (mit Differentialmesssonde)	4
1134A	7 GHz InfiniiMax Verstärker (mit Differentialmesssonde)	4
N2750A	InfiniiMode aktive Differentialmesssonde, 1,5 GHz, 30 VDC + Spitze AC max mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2751A	InfiniiMode aktive Differentialmesssonde, 3,5 GHz, 30 VDC + Spitze AC max mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2752A	InfiniiMode aktive Differentialmesssonde, 6 GHz, 30 VDC + Spitze AC max mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2790A	Hochspannungs-Differentialmesssonde, 50:1 oder 500:1 (umschaltbar), 100 MHz mit AutoProbe-Schnittstelle	4
N2791A	Hochspannungs-Differentialmesssonde, 25 MHz, +/-700 V, 1 MOhm Begrenzung, 10:1 oder 100:1 (umschaltbar)	
N2792A	Differentialmesssonde, 200 MHz 10:1, 50 Ohm Begrenzung	
N2793A	Differentialmesssonde, 800 MHz 10:1, +/-15 V, 50 Ohm Begrenzung	
N2891A	70 MHz, 7 kV Hochspannungs-Differentialmesssonde	
[1]Siehe “Schnittstelle AutoProbe" auf Seite 430.		

Strommesssonden

Die folgenden Strommesssonden können mit den Oszilloskopen der InfiniiVision 6000 X-Serie verwendet werden.

Tabelle 7 Strommesssonden

Modell	Beschreibung	Mögliche Menge[1]
1146B	Strommesssonden, 100 kHz, 100 A, AC/DC	
1147B	Strommesssonde, 50 MHz, 15 A, AC/DC mit AutoProbe-Schnittstelle	4

Tabelle 7 Strommesssonden (continued)

Modell	Beschreibung	Mögliche Menge[1]
N2780B	Strommesssonde, 2 MHz, 500 A, AC/DC (mit Netzversorgung N2779A verwenden)	
N2781B	Strommesssonde, 10 MHz, 150 A, AC/DC (mit Netzversorgung N2779A verwenden)	
N2782B	Strommesssonde, 50 MHz, 30 A, AC/DC (mit Netzversorgung N2779A verwenden)	
N2783B	Strommesssonde, 100 MHz, 30 A, AC/DC (mit Netzversorgung N2779A verwenden)	
N2820A	Stromtastkopf, 3 MHz/50 uA Hohe Empfindlichkeit AC/DC (2-ch)	2
N2821A	Stromtastkopf, 3 MHz/50 uA Hohe Empfindlichkeit AC/DC (1-ch)	4
N2893A	Strommesssonde, 100 MHz, 15 A, AC/DC mit AutoProbe-Schnittstelle	4
[1]Siehe “Schnittstelle AutoProbe" auf Seite 430.		

Verfügbares Zubehör

Zusätzlich zu passiven Messsonden (“Passive Messsonden" auf Seite 431), einpoligen aktiven Messsonden (“Einpolige aktive Messsonden" auf Seite 431), Differentialmesssonden (“Differentialmesssonden" auf Seite 432) und Strommesssonden (“Strommesssonden" auf Seite 433) sind für die Oszilloskope der InfiniiVision 6000 X-Serie folgende Zubehörteile verfügbar.

Tabelle 8 Für die Oszilloskope der InfiniiVision 6000 X-Serie verfügbares Zubehör

Modell/Teilenr.	Beschreibung
N2111A	Gestelleinbausatz
N2733B	Weiche Tragetasche
N2786A	2-armiger Tastkopfpositionierer
N2787A	3D-Tastkopfpositionierer
1180CZ	Oszilloskoptestwagen

Tabelle 8 Für die Oszilloskope der InfiniiVision 6000 X-Serie verfügbares Zubehör

Modell/Teilenr.	Beschreibung
N2112A	Benutzerhandbuch in Papierform
Sonstiges	Bedienfeldüberzug - siehe “Bedienfeldmasken für verschiedene Sprachen" auf Seite 48.
N2756-60001	16-kanalige Logikmesssonde und Zubehörsatz (standardmäßig bei MSO-Modellen und dem Upgrade MSO)
01650-61607	Logikkabel und Terminator (40-polig bis 40-polig MSO-Kabel)

Diese Zubehörteile finden Sie unter www.keysight.com oder www.parts.keysight.com.

Weitere Informationen zu Messsonden und Zubehörfinden Sie unter www.keysight.com für:

- Probes and Accessories Selection Guide (5989-6162EN)
- InfiniiVision Oscilloscope Probes and Accessories Selection Guide Data Sheet (5968-8153EN)

Laden von Lizenzen und Anzeigen der Lizenzinformationen

Lizenzdateien werden mit dem Datei-Explorer von einem USB-Speichergerät geladen (siehe “Datei-Explorer" auf Seite 393).

Lizenzinformationen werden mit weiteren Oszilloskopinformationen angezeigt (siehe “Anzeigen von Informationen zum Oszilloskop" auf Seite 407).

Weitere Informationen über die Lizenzen und andere verfügbare Oszilloskopoptionen siehe:

- “Verfügbare Lizenzoptionen" auf Seite 436
- “Weitere verfügbare Optionen" auf Seite 437
- “Upgrade zu MSO" auf Seite 438

Verfügbare Lizenzoptionen

Die folgenden lizenzierten Optionen können einfach installiert werden, ohne dass das Oszilloskop zu einem Service Center gebracht werden muss. Nähere Informationen finden Sie auf dem Datenblatt des Geräts.

Tabelle 9 Verfügbare Lizenzoptionen

Lizenz	Beschreibung	Nach-Kauf-Modellnummer, Anmerkungen
AERO	MIL-STD-1553 und ARINC429 – serielle Triggerung und Analyse.	Bestellen Sie DSOX6AERO.
AUDIO	Audio Serielle Triggerung und Analyse (I2S).	Bestellen Sie DSOX6AUDIO.
AUTO	Automotive Serielle Triggerung und Analyse (CAN, LIN).	Bestellen Sie DSOX6AUTO.
CANFD	Automotive Serielle Triggerung und Analyse (CAN, LIN).	Bestellung DSOX6AUTO.
COMP	Computer Serielle Triggerung und Analyse (RS232/422/485/UART). Stellt Trigger- und Dekodierungskapazitäten für viele UART-Protokolle (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) bereit, einschließlich RS232 (Recommended Standard 232).	Bestellung DSOX6COMP.
DVMCTR	Digitalvoltmeter und Zähler Bietet 3-stellige Spannungs- und Zählermessungen bei Verwendung eines Analogkanals.	Bestellen Sie DSOXDVMCTR.
EDK	Schulungskit Bietet Beispielsignale auf den Demoanschluss des Oszilloskops und Testanleitung/Übungen für Schulungsumgebungen.	Bestellen Sie DSOXEDK.
EMBD	Eingebettete serielle Triggerung und Analyse (I2C, SPI).	Bestellen Sie DSOX6EMBD.
FLEX	FlexRay Triggerung und Analyse.	Bestellen Sie DSOX6FLEX.
JITTER	Jitter-Analyse.	Bestellen Sie DSOX6JITTER.
MASK	Maskengrenzwerttest Hiermit können Sie eine Maske und Testwellenformen erzeugen, um zu untersuchen, ob sie mit der Maske übereinstimmen.	Bestellen Sie DSOX6MASK.

Tabelle 9 Verfügbare Lizenzoptionen (continued)

Lizenz	Beschreibung	Nach-Kauf-Modellnummer, Anmerkungen
mem4M	Speicher-Upgrade Zeigt die vollständige Speicherkapazität an (4 Mpts interleaved).	Bestellen Sie DSOX6MEMUP.
MSO	Mixed-Signal-Oszilloskop (MSO) Upgrade eines DSO zu einem MSO. 16 Digitalkanäle werden hinzugefügt. Es muss keine Hardware installiert werden.	Bestellen Sie DSOX6MSO. Der Digitalmesssondenkabelsatz wird mit der MSO-Lizenz mitgeliefert.
PWR	Leistungsmessung und Analyse.	Bestellen Sie DSOX6PWR. Sie finden den *DSOX6PWR Power Measurement Application User's Guide* unter www.keysight.com/find/6000X-Series-manual oder auf der Dokumentations-CD.
RML	Remotebefehl-Protokollierung.	Bestellen Sie DSOXSCPILOG.
SENSOR	SENT (Single Edge Nibble Transmission) Triggerung und Analyse.	Bestellen Sie DSOX6SENSOR.
U2H	Triggern und Dekodieren mit High-Speed USB 2.0.	Bestellen Sie DSOX6USBH.
USF	Triggern und Dekodieren mit voller/niedriger USB 2.0-Geschwindigkeit.	Bestellen Sie DSOX6USBFL.
USBSQ	USB 2.0 Signalqualitätsanalyse.	Bestellen Sie DSOX6USBSQ. Sie finden das Handbuch *USBSQ USB 2.0 Signal Quality Analysis Application Electrical Testing Notes* unter www.keysight.com/find/6000X-Series-manual oder auf der Dokumentations-CD.
VID	Erweiterte Video-Triggerung und Analyse.	Bestellen Sie DSOX6VID.
WAVEGEN	Wellenformgenerator	Bestellen Sie DSOX6WAVEGEN2.

Weitere verfügbare Optionen

Tabelle 10 Kalibrierungsoption

Option	Bestellung
A6J	Mit ANSI Z540 konforme Kalibrierung

Upgrade zu MSO

Um die Digitalkanäle eines Oszilloskops zu aktivieren, das ursprünglich nicht als Mixed-Signal-Oszilloskop (MSO) erworben wurde, kann eine Lizenz installiert werden. Ein Mixed-Signal-Oszilloskop besitzt Analogkanäle plus 16 zeitkorrelierte, digitale Taktgebungskanäle.

Weitere Informationen zu Aktualisierungen und Upgrades für das Oszilloskop durch Lizenzierung erhalten Sie von Ihrem Keysight Technologies-Vertriebsbeauftragten vor Ort oder besuchen Sie unsere Webseite: www.keysight.com/find/6000X-Series.

Software- und Firmware-Updates

Keysight Technologies stellt in regelmäßigen Abständen Software- und Firmware-Updates zur Verfügung. Firmware-Updates für Ihr Oszilloskop finden Sie auf unserer Webseite unter www.keysight.com/find/6000X-Series-sw.

In Ihrem Oszilloskop können Sie die installierten Software- und Firmware-Versionen anzeigen, wenn Sie auf **[Help] Hilfe > Über Oszilloskop** drücken.

Sobald Sie eine Firmware-Updatedatei heruntergeladen haben, können Sie diese in einem USB-Speichergerät speichern und mit dem Datei Explorer (siehe "Datei-Explorer" auf Seite 393) laden, oder Sie verwenden die Seite Instrument Utilities (Geräte-Dienstprogramme) der Webschnittstelle des Oszilloskops (siehe "Geräte-Dienstprogramme" auf Seite 423).

Binärdatenformat (.bin)

Den im Binärdatenformat gespeicherten Signaldatensätzen werden Kopfzeilen hinzugefügt, die diese Daten beschreiben.

Dateien in diesem Format sind ca. fünf Mal kleiner als im Format ASCII XY.

Wenn mehrere Quellen aktiv sind, werden alle angezeigten Quellen gespeichert, jedoch keine mathematische Funktionen.

Bei Verwendung von segmentiertem Speicher wird jedes Segment als separate Wellenform betrachtet. Alle Segmente für einen Kanal werden gespeichert. Anschließend werden alle Segmente des nächsten (nächsthöhere Nummer) Kanals gespeichert. Dies wird fortgeführt, bis alle angezeigten Kanäle gespeichert wurden.

Beim Signalerfassungsmodus „Spitze erkennen" werden die minimalen und maximalen Punktwerte eines Signals in einer Datei in verschiedenen Signaldaten-Puffern gespeichert. Dabei werden zuerst die minimalen Datenpunkte gespeichert und anschließend die maximalen Werte.

BIN-Daten - Verwendung des segmentierten Speichers

Wenn alle Segmente gespeichert werden, besitzt jedes Segment eine eigene Wellenform-Kopfzeile (Siehe "Kopfzeilenformat der Binärdatei" auf Seite 440).

Im Dateiformat BIN werden Daten wie folgt dargestellt:

- Daten von Kanal 1 (alle Segmente)
- Daten von Kanal 2 (alle Segmente)
- Daten von Kanal 3 (alle Segmente)
- Daten von Kanal 4 (alle Segmente)
- Daten des digitalen Kanals (alle Segmente)
- Math. Wellenformdaten (alle Segmente)

Wenn nicht alle Segmente gespeichert werden, gleicht die Anzahl der Wellenformen der Anzahl an aktiven Kanälen (einschließlich math. und digitalen Kanälen bis zu sieben Wellenformen für jeden Digitalkanal-Pod). Beim Speichern aller Segmente gleicht die Anzahl an Wellenformen der Anzahl an aktiven Kanälen multipliziert mit der Anzahl erfasster Segmente.

Binärdaten in MATLAB

Binärdaten von InfiniiVision Oszilloskopen können nach „The MathWorks MATLAB®" importiert werden. Sie können die entsprechenden MATLAB-Funktionen von der Keysight Technologies Webseite unter www.keysight.com/find/6000X-Series-examples herunterladen.

Keysight stellt Ihnen die erforderlichen .m-Dateien zur Verfügung, die dann in das Arbeitsverzeichnis von MATLAB kopiert werden müssen. Das Standardverzeichnis lautet C:\MATLAB7\work.

Kopfzeilenformat der Binärdatei

File Header (Dateikopf)

Die Binärdatei verfügt nur über einen Dateikopf. Im Dateikopf sind die folgenden Informationen enthalten:

Cookie	Ein Zeichen bestehend aus zwei Bytes, nämlich AG. Das Cookie gibt an, dass die Datei das Binärdatenformat von Keysight aufweist.
Version	Zwei Bytes, die für die Dateiversion stehen.
File Size (Dateigröße)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl an Bytes in der Datei angibt.
Number of Waveforms (Anzahl der Signale)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl der in der Datei gespeicherten Signale angibt.

Waveform Header (Signaldatenkopf)

Da in einer Datei mehr als ein Signaldatensatz gespeichert werden kann, verfügt jedes gespeicherte Signal über eine Kopfzeile. Bei Verwendung von segmentiertem Speicher wird jedes Segment als separate Wellenform betrachtet. In einer solchen Kopfzeile wird jeweils der danach folgende Signaldatentyp angegeben.

Header Size (Kopfgröße)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl an Bytes in der Kopfzeile angibt.
Waveform Type (Signaldatentyp)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die den in der Datei gespeicherten Signaldatentyp angibt. ▪ 0 = Unbekannt ▪ 1 = Normal ▪ 2 = Peak Detect ▪ 3 = Average ▪ 4 = Wird bei InfiniiVision-Oszilloskopen nicht verwendet ▪ 5 = Wird bei InfiniiVision-Oszilloskopen nicht verwendet ▪ 6 = Logisch
Number of Waveform Buffers (Anzahl der Signaldaten-Puffer)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl der Signaldaten-Puffer angibt, die zum Lesen der Daten erforderlich ist.

Punkte	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl der Signalpunkte im Datensatz angibt.
Count (Zählwert)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die bei einer Signalerfassungsbetriebsart wie beispielsweise „Averaging" die Anzahl der in jedem Zeitfenster des Signaldatensatzes erfolgten Treffer angibt. Beispiel: In der Signalerfassungsbetriebsart „Averaging" würde ein Zählwert (Count) von vier bedeuten, dass jeder Datenpunkt im Signaldatensatz mindesten vier Mal gemittelt wurde. Der Standardwert ist 0.
X Display Range (Anzeigebereich der X-Achse)	Eine 32 Bit-Gleitkommazahl, die angibt, wie lange das Signal auf der X-Achse angezeigt wird. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es die Zeitdauer auf dem Display. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.
X Display Origin (Ursprungsanzeige auf der X-Achse)	Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die den X-Achsenwert auf der linken Flanke des Displays angibt. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es der Startzeitpunkt auf dem Display. Aus Präzisionsgründen wird der Wert als doppelte Gleitkommazahl im 64 Bit-Format angegeben. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.
X Increment (X-Stufen)	Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die die Zeitdauer zwischen den Datenpunkten auf der X-Achse angibt. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es die Zeit zwischen den Abtastpunkten. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.
X Origin (Ursprung X-Achse)	Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die den X-Achsenwert des ersten Datenpunktes im Datensatz angibt. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es die Zeit, zu der der erste Punkt erfasst wird. Aus Präzisionsgründen wird der Wert als doppelte Gleitkommazahl im 64 Bit-Format angegeben. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.
X-Einheiten	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Maßeinheit für die X-Werte angibt: ▪ 0 = Unbekannt ▪ 1 = Volt ▪ 2 = Sekunden ▪ 3 = Konstant ▪ 4 = Ampere ▪ 5 = dB ▪ 6 = Hz
Y Units (Einheiten X-Achse)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Maßeinheit für die Y-Werte angibt: Die möglichen Werte sind oben unter „Einheiten X-Achse " aufgelistet.
Date	Eine Zeichenfolge aus 16 Bytes, die bei InfiniiVision-Oszilloskopen leer bleibt.
Zeit	Eine Zeichenfolge aus 16 Bytes, die bei InfiniiVision-Oszilloskopen leer bleibt.
Frame	Eine Zeichenfolge aus 24 Bytes, die die Modell- und Seriennummer des Oszilloskops in folgendem Format angibt: MODELL#:SERIE#.

Waveform Label (Signalbezeichnung)	Eine Zeichenfolge aus 16 Bytes, die die Bezeichnung enthält, welche dem Signal zugewiesen wurde.
Time Tags (Zeitmarkierungen)	Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die nur beim Speichern mehrerer Segmente verwendet wird. (Erfordert die Option Segmentierbarer Speicher.) Dies ist die Zeit (in Sekunden) seit dem ersten Trigger.
Segment Index (Segmentindex)	Eine vorzeichenlose 32-Bit-Ganzzahl. Dies ist die Segmentanzahl. Wird nur beim Speichern mehrerer Segmente verwendet.

Waveform Data Header (Signaldatenkopf)

Ein Signal kann aus mehreren Datensätzen bestehen. Jeder Signaldatensatz verfügt deshalb über einen Signaldatenkopf. Im Signaldatensatz sind Informationen zu dem Signaldatensatz gespeichert. Der Signaldatenkopf befindet sich unmittelbar bevor dem Signaldatensatz.

Waveform Data Header Size (Größe des Signaldatenkopfes)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Größe des Signaldatenkopfes angibt.
Buffer Type (Puffertyp)	Eine 16-Bit-Ganzzahl, die den in der Datei gespeicherten Signaldatentyp angibt. ▪ 0 = Unbekannte Daten ▪ 1 = Normale Fliessdaten im 32 Bit-Format ▪ 2 = Maximale Fliessdaten ▪ 3 = Minimale Fliessdaten ▪ 4 = Wird bei InfiniiVision-Oszilloskopen nicht verwendet ▪ 5 = Wird bei InfiniiVision-Oszilloskopen nicht verwendet ▪ 6 = Digitale vorzeichenlose 8-Bit-Zeichendaten (für digitale Kanäle).
Bytes Per Point (Bytes pro Punkt)	Eine 16-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl an Bytes pro Datenpunkt angibt.
Buffer Size (Puffergröße)	Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Größe des Puffers angibt, die zum Erfassen des Datenpunktes erforderlich ist.

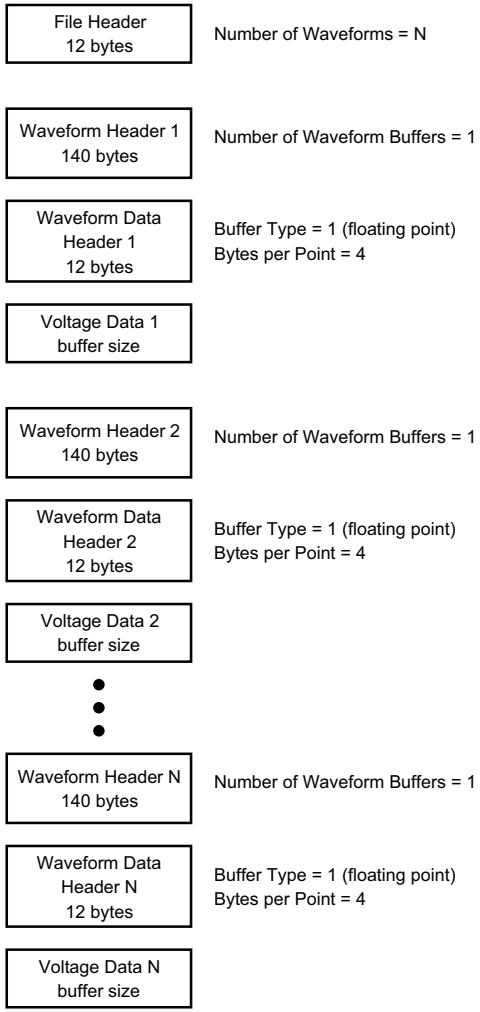
Beispielprogramm zum Lesen von Binärdaten

Ein Beispielprogramm zum Lesen der Binärdaten erhalten Sie unter www.keysight.com/find/6000X-Series-examples, "Example Program for Reading Binary Data".

Beispiele für Binärdateien

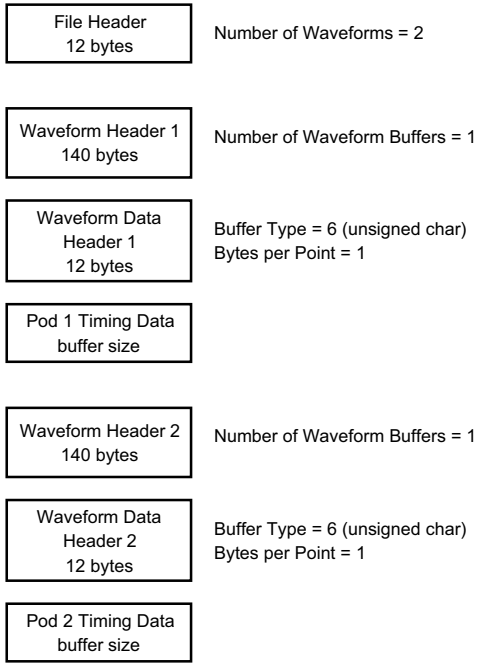
Einzelerfassung mehrerer Analogkanäle

Die folgende Abbildung zeigt die Binärdatei einer Einzelerfassung bei mehreren Analogkanälen.



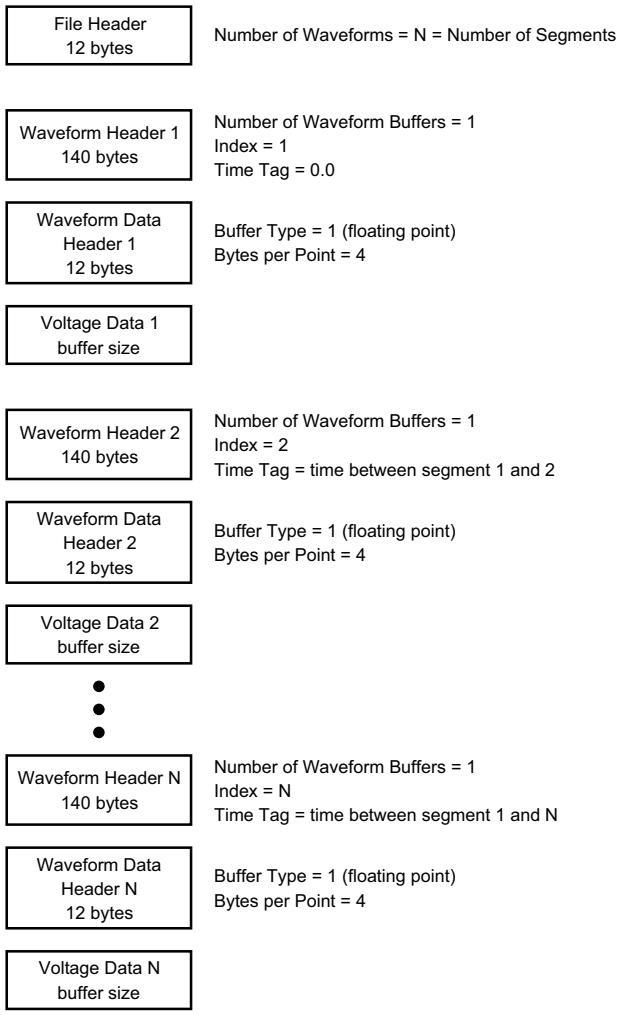
Einzelerfassung aller Pods für logische Kanäle

Die folgende Abbildung zeigt die Binärdatei einer Einzelerfassung, bei der alle Pods für die logischen Kanäle gespeichert werden.



Erfassung des Typs Segmentierbarer Speicher an einem Analogkanal

Die folgende Abbildung zeigt die Binärdatei einer Erfassung des Typs Segmentierbarer Speicher an einem Analogkanal.



CSV- und ASCII-XY-Dateien

- "CSV- und ASCII-XY-Dateistruktur" auf Seite 446
- "Mindest- und Höchstwerte in CSV-Dateien" auf Seite 446

CSV- und ASCII-XY-Dateistruktur

Im CSV- oder ASCII-XY-Format wird über das Steuerelement **Länge** die Anzahl der Punkte pro Segment ausgewählt. Alle Segmente sind in der CSV-Datei bzw. in jeder ASCII-XY-Datendatei enthalten.

Zum Beispiel: Wenn die Länge auf 1000 Punkte festgelegt wurde, werden 1000 Punkte (Tabellenzeilen) pro Segment angezeigt. Beim Speichern aller Segmente sind drei Kopfzeilen vorhanden. Daten für das erste Segment beginnen demnach bei Zeile 4 und die Daten des zweiten Segments bei Zeile 1004. Die Zeitspalte zeigt die Zeit seit dem Trigger im ersten Segment an. Die oberste Zeile zeigt die ausgewählte Anzahl der Punkte pro Segment.

BIN-Dateien sind ein effizienteres Datenübertragungsformat als CSV oder ASCII XY. Mit diesem Dateiformat erzielen Sie die schnellste Datenübertragung.

Mindest- und Höchstwerte in CSV-Dateien

Wenn Sie Minimum- oder Maximum-Messungen ausführen, werden die in der Messanzeige dargestellten Mindest- und Höchstwerte möglicherweise nicht in der CSV-Datei aufgeführt.

Erklärung: Beträgt die Abtastgeschwindigkeit des Oszilloskops 4 GSa/s, wird alle 250 ps ein Abtastwert erfasst. Wurde die horizontale Skalierung auf 10 us/div festgelegt, werden 100 us an Daten angezeigt (da das Display über 10 Abschnitte verfügt). Zur Erfassung der kompletten Anzahl an Abtastwerten benötigt das Oszilloskop:

100 us x 4 GSa/s = 400K Proben

Das Oszilloskop muss diese 400K an Proben in 640-Pixel-Spalten anzeigen. Das Oszilloskop dezimiert die 400K an Proben auf 640-Pixel-Spalten, und mit dieser Dezimierung werden die Mindest- und Höchstwerte aller Punkte protokolliert, die in einer bestimmten Spalte dargestellt werden. Diese Mindest- und Höchstwerte werden in dieser Bildschirmspalte angezeigt.

Ein ähnliches Verfahren wird zum Reduzieren der erfassten Daten angewandt, um einen für verschiedene Analyseanforderungen (z. B. Messungen und CSV-Daten) geeigneten Datensatz zu erzeugen. Dieser Analysedatensatz (oder *Messdatensatz*) ist wesentlich größer als 640 und kann tatsächlich bis zu 65536 Punkte umfassen. Sobald die Anzahl erfasster Punkte über 65536 liegt, ist dennoch eine Form der Dezimierung erforderlich. Die zum Erzeugen eines CSV-Datensatzes verwendete Dezimierung wird konfiguriert, um einen optimalen

Schätzwert aller Proben bereitzustellen, die durch die einzelnen Punkte im Datensatz dargestellt werden. Die minimalen und maximalen Werte müssen deshalb in der CSV-Datei nicht angegeben werden.

Über diese Ausgabe

RealVNC RealVNC ist unter den Bedingungen der „GNU General Public License" (GNU GPL) lizenziert. Copyright (C) 2002-2005 RealVNC Ltd. Alle Rechte vorbehalten.

Bei dieser Software handelt es sich um ein kostenloses Produkt, das verbreitet und/oder verändert werden darf, wenn dabei die Bedingungen der von der Free Software Foundation herausgegebenen GNU GPL eingehalten werden. Diese Bedingungen sind ab Lizenzversion 2 gültig oder (entsprechend Ihren Wünschen) bei jeder späteren Version.

Diese Software ist für den allgemeinen Gebrauch, jedoch ohne jede Gewährleistung erhältlich; auch nicht mit der impliziten Gewährleistung der Marktgängigkeit oder Eignung für einen bestimmten Zweck. Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie in der GNU General Public License (GNU GPL).

Die Lizenz befindet sich auf der CD-ROM mit der Dokumentation zu Keysight InfiniiVision-Oszilloskopen.

Den RealVNC-Quellcode erhalten Sie von RealVNC oder direkt von Keysight. Für die physische Bereitstellung des Quellcodes (Versand, Bearbeitung usw.) berechnet Keysight eine Gebühr.

HDF5 Referenzwellenformdaten und Mehrkanal-Wellenformdatendateien verwenden HDF5.

HDF5 wurde von The HDF Group und vom National Center for Supercomputing Applications an der Universität von Illinois in Urbana-Champaign entwickelt.

CUPS Der Netzwerkdruck verwendet die CUPS (Common Unix Printing System) Systembibliothek.

Die CUPS und CUPS Imaging Systembibliotheken werden von Apple Inc. entwickelt und gemäß GNU Library General Public License („LPGL"), Version 2, lizenziert.

Die Lizenz befindet sich auf der CD-ROM mit der Dokumentation zu Keysight InfiniiVision-Oszilloskopen.

mDNSResponder

Der CUPS-Netzwerkdruck verwendet die mDNSResponder Systembibliothek.

Die mDNSResponder Systembibliothek wird von Apple Inc. entwickelt und gemäß der Apache License, Version 2.0, lizenziert.

Die Lizenz befindet sich auf der CD-ROM mit der Dokumentation zu Keysight InfiniiVision-Oszilloskopen.

26 CAN/LIN-Triggerung und serielle Dekodierung

Setup für CAN/CAN FD Signale / 449
Laden und Anzeigen von CAN-Symbolikdaten / 453
CAN/CAN FD Triggering / 454
CAN/CAN FD Seriell Dekodieren / 456
Setup für LIN-Signale / 463
Laden und Anzeigen von LIN-Symbolikdaten / 464
LIN-Trigger / 465
LIN-Seriell Dekodieren / 468

Voraussetzung für die CAN/LIN-Triggerung und das serielle Dekodieren ist die Option AUTO oder das Upgrade DSOX6AUTO.

Setup für CAN/CAN FD Signale

Zur Einrichtung gehören das Verbinden des Oszilloskops mit einem CAN-Signal sowie das Verwenden des Menüs Signale zum Angeben der Signalquelle, des Grenzwert-Spannungspegels, der Baudrate und des Abtastwerts.

Verbinden Sie das Oszilloskop mit einem CAN-Signal, das über Polarität des Typs dominant-Low verfügt. Wenn die Verbindung zum CAN-Signal über einen Differentialtastkopf erfolgt, muss die positive Leitung mit dem Dominant-LOW CAN-Signal und die negative Leitung mit dem Dominant-HIGH CAN-Signal verbunden werden.

Einrichten des Oszilloskop für die Erfassung von CAN-Signalen:

1 Drücken Sie **[Serial] Seriell**.

2 Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl von Seriell 1 oder Seriell 2 und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.

3 Drücken Sie den Softkey **Modus**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **CAN** aus.

4 Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü CAN-Signale zu öffnen.

5 Drücken Sie **Quelle**. Wählen Sie anschließend den Kanal für das CAN-Signal aus.

Die Bezeichnung für den CAN-Quellkanal wird automatisch zugewiesen.

6 Drücken Sie den Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl des Grenzwert-Spannungspegels für das CAN-Signal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

7 Drücken Sie den Softkey **Std.**. **Geschw.-Einstellungen**, um das Einstellungsmenü CAN-Standardgeschw. zu öffnen.

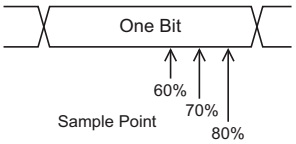
a Drücken Sie den Softkey **Baud**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl der Baudrate, die Ihrem CAN-Bussignal entspricht.

Die CAN FD -Baudrate kann auf vordefinierte Baudraten von 10 Mb/s bis 5Mb/s oder eine benutzerdefinierte Baudrate von 10,0 kb/s bis 4 Mb/s in Schritten von 100 b/s eingestellt werden. Benutzerdefinierte Baudraten in Bruchteilen zwischen 4 Mb/s und 5 Mb/s sind nicht gestattet.

Die Standard-Baudrate ist 125 kb/s.

Wenn keine der vordefinierten Optionen dem CAN-Bussignal entspricht, wählen Sie **Benutzerdefiniert** aus. Drücken Sie anschließend den Softkey **Ben.-Baud** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Baudrate einzugeben.

b Drücken Sie den Softkey **Abtastwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen des Punktes zwischen den Phasensegmenten 1 und 2, an dem der Busstatus gemessen wird. Auf diese Weise steuern Sie die Stelle innerhalb der Bitzeit, an dem der Bitwert erfasst wird.



c Drücken Sie die Taste Zurück/Nach Oben, um zum Menü CAN-Signale zurückzukehren.

8 Bei der Dekodierung von CAN FD drücken Sie den Softkey **FD-Geschw.-Einstellungen**, um das CAN FD-Geschw. Einstellungsmenü zu öffnen.

HINWEIS **Für Standard-CAN müssen nur die Standard-Geschwindigkeitseinstellungen korrekt eingestellt werden. Für CAN FD müssen sowohl die Standard-Geschwindigkeitseinstellungen als auch die FD (Fast Data) Geschwindigkeitseinstellungen korrekt eingestellt werden.**

a Drücken Sie den Softkey **Baud** und betätigen Sie den Eingabedrehknopf zur Abstimmung mit der Baudrate des CAN FD -Signals des getesteten Geräts.

Wird die gewünschte Baudrate nicht in der Liste angezeigt, wählen Sie **Benutzerdefiniert** aus und verwenden den Softkey **Ben.-Baud** zum Einstellen der Baudrate.

Die CAN FD -Baudrate kann auf vordefinierte Baudraten von 1-10 Mb/s oder eine benutzerdefinierte Baudrate von 10,0 kb/s bis 10 Mb/s in Schritten von 100 b/s eingestellt werden.

Weicht die von Ihnen gewählte Baudrate von der CAN FD-Baudrate ab, können falsche Trigger und falsche Dekodierung auftreten.

b Drücken Sie den Softkey **Abtastwert**. Wählen Sie anschließend den Abtastpunkt mithilfe des Eingabedrehknopfs aus.

Der Abtastwert ist der Wert im Verlauf der Bitzeit, an dem der Bit-Pegel daraufhin abgetastet wird, ob er dominant oder rezessiv ist. Der Abtastwert ist abhängig von der Zeitspanne (in Prozent) zwischen Beginn und Ende der Bitzeit.

Abhängig von Ihrer CAN-FD-Netzwerk-Topologie und dem Standort des Tastkopfes des Oszilloskops müssen Sie möglicherweise den Abtastpunkt anpassen, um zuverlässige Trigger und Dekodierung zu erhalten.

c Drücken Sie den Softkey **Standard**, um den Standard auszuwählen, der beim Decodieren oder Triggern bei FD-Frames, ISO oder Nicht-ISO verwendet wird.

Diese Einstellung hat keine Auswirkung auf die Verarbeitung von Nicht-FD-Frames (klassische Frames).

d Drücken Sie Back die Taste Zurück/Nach Oben, um zum Menü CAN-Signale zurückzukehren.

9 Drücken Sie den Softkey **Signal**, um Typ und Polarität des CAN-Signals auszuwählen. Damit wird auch automatisch die Bezeichnung für den als Quelle vorgesehenen Kanal gewählt.

- **CAN_H** – Der eigentliche CAN_H-Differenzial-Bus.
- **Differenziell (H-L)** – Die CAN-Differenzial-Bus-Signale, die über eine Differenzialmesssonde an einen Analogkanal angeschlossen sind. Verbinden Sie die positive Leitung der Messsonde mit dem Dominant-HIGH-CAN-Signal (CAN_H) und die negative Leitung mit dem Dominant-LOW-CAN-Signal (CAN_L).

Dominant-LOW-Signale:

- **Rx** – Das Receive-Signal vom CAN-Bus-Transceiver.
- **Tx** – Das Transmit-Signal vom CAN-Bus-Transceiver.
- **CAN_L** – Das eigentliche CAN_L-Differenzial-Bussignal.

- **Differenziell (L-H)** – Die CAN-Differenzial-Bus-Signale, die über eine Differenzialmesssonde an einen Analogkanal angeschlossen sind. Verbinden Sie die positive Leitung der Messsonde mit dem Dominant-LOW-CAN-Signal (CAN_L) und die negative Leitung mit dem Dominant-HIGH-CAN-Signal (CAN_H).

Laden und Anzeigen von CAN-Symbolikdaten

Wenn Sie eine CAN-DBC-Kummunikationsdatenbank-Datei (*.dbc) in das Oszilloskop laden, können ihre Symbolikinformationen wie folgt sein:

- Wird in der Dekodierungswellenform und im Auflisterfenster angezeigt.
- Wird bei der Konfiguration der CAN-Triggerung verwendet.
- Wird bei der Suche nach CAN-Daten bei der Dekodierung verwendet.

So laden Sie eine DBC-Datei in das Oszilloskop:

1. Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Neu aufrufen** > **Recall** > **Recall** > **CAN Symbolic data (*.dbc)**.
2. Drücken Sie **Drücken für Weiter** und navigieren Sie zu der DBC-Datei auf einem USB-Speichergerät.
3. Drücken Sie **Laden auf:** und wählen Sie, mit welcher seriellen Dekodierung (**S1** oder **S2**) die Symbolikinformationen verwendet werden.
4. Drücken Sie den Softkey **Durch Drücken Neu aufrufen**.

Die DBC-Datei bleibt im Oszilloskop gespeichert, bis sie überschrieben wird oder ein sicheres Löschen durchgeführt wird.

Anzeige der CAN-Symbolikdaten:

1. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
2. Drücken Sie den Softkey **Anzeigen** und wählen Sie **Symbolik** (anstatt **Hexadezimal**).

Diese Auswahl betrifft sowohl die Dekodierungswellenform als auch den Auflister.

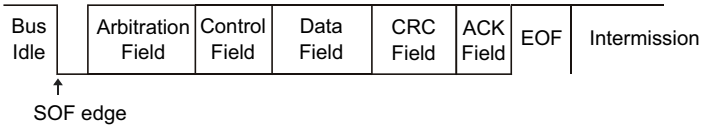
HINWEIS Für CAN FD-Frames ist die symbolische Dekodierung derzeit auf die ersten acht Bytes reduziert.

CAN/CAN FD Triggering

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung eines CAN-Signals finden Sie unter "Setup für CAN/CAN FD Signale" auf Seite 449.

Der Controller Area Network (CAN) Trigger ermöglicht das Triggern auf CAN-Version 2.0A und 2.0B und CAN FD (Flexible Data-Rate) Signale.

Einen CAN-Message-Frame in der Signalart CAN_L finden Sie im Folgenden:



Gehen Sie nach dem Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung eines CAN-Signals folgendermaßen vor:

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Triggertyp**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um Seriell 1 oder Seriell 2 auszuwählen, wo das CAN-Signal dekodiert wird.

3 Drücken Sie den Softkey **Triggern auf:**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Triggerbedingung:

- **SOF - Start des Frames** – Triggert sowohl auf Daten- als auch bei Overload-Frames am Startbit.
- **EOF - End of Frame** – Triggert am Ende jedes Frames. *
- **Frame-ID** – Triggert auf Standard-CAN-Frames (Daten oder Remote) oder CAN FD-Frames am Ende des 11- oder 29-Bit ID-Teilbilds.
- **Daten-Frame-ID (Nicht-FD)** – Triggert auf Standard-CAN-Daten-Frames am Ende des 11- oder 29-Bit ID-Teilbilds.

- **Daten-Frame-ID und Daten (nicht FD)** – Triggert auf einem beliebigen CAN-Daten-Frame am Ende des letzten Datenbits, das im Trigger definiert ist. Der DLC-Wert des Pakets muss der angegebenen Anzahl von Bytes entsprechen.
- **Daten-Frame-ID und Daten (FD)** – Triggert auf CAN-FD-Frames am Ende des letzten im Trigger definierten Datenbytes. Sie können überall innerhalb der CAN FD-Daten, die bis zu 64 Bytes lang sein können, auf bis zu 8 Bytes Daten triggern.
- **Remote Frame-ID** – Triggert auf Standard-CAN-Remote-Frames am Ende des 11- oder 29-Bit ID-Teilbilds.
- **Fehler-Frame** – Triggert nach 6 aufeinander folgenden Nullen innerhalb eines Daten-Frames am EOF. *
- **Quittungsfehler** – Triggert am Bestätigungsbit, wenn die Polarität falsch ist. *
- **Form-Fehler** – Triggert auf reservierten Bitfehlern. *
- **Stuff-Fehler** – Triggert auf 6 aufeinander folgenden Werten von 1 oder 6 aufeinander folgenden Werten von 0 innerhalb eines nicht fehlerhaften oder nicht überlasteten Frames. *
- **CRC-Teilfeld-Fehler** – Triggert, wenn der berechnete CRC dem übertragenen CRC nicht entspricht. Triggert für FD-Frames zusätzlich, wenn die Stuff-Anzahl fehlerhaft ist. *
- **Spezif.-Fehler (Ack oder Form oder Stuff oder CRC)** – Triggert bei Bestätigungs-, Form-, Stuff- oder CRC-Fehlern. *
- **Alle Fehler** – Triggert bei allen Spezif.-Fehlern und Fehler-Frames. *
- **BRS Bit (FD)** – Triggert auf dem BRS Bit der CAN FD-Frames. *
- **CRC-Trennzeichen-Bit (FD)** – Triggert auf dem CRC-Trennzeichen Bit in CAN FD-Frames. *
- **ESI-Bit aktiv (FD)** – Triggert auf dem ESI-Bit, falls es auf aktiv gesetzt wurde. *
- **ESI-Bit passiv (FD)** – Triggert auf dem ESI-Bit, falls es auf passiv gesetzt wurde. *
- **Overload-Frame** – Triggert auf einem Overload-Frame.

* Sie können den Trigger optional für Frames einschränken, deren ID Sie angeben.

Wenn CAN-Symbolikdaten in das Oszilloskop geladen werden (siehe “Laden und Anzeigen von CAN-Symbolikdaten" auf Seite 453), können Sie auf Folgendes triggern:

- **Meldung** – Eine symbolische Meldung.
- **Meldung und Signal (nicht FD)** – Eine symbolische Meldung und ein Signalwert.
- **Meldung und Signal (FD, nur die ersten 8 Bytes)** – Eine symbolische Meldung und ein Signalwert, begrenzt auf die ersten 8 Bytes FD-Daten.

Symbolikmeldungen, Signale und Werte werden in der DBC-Kommunikationsdatenbank-Datei definiert.

Eine Meldung ist ein symbolischer Name für eine CAN-Frame-ID, ein Signal ist der symbolische Name für ein Bit oder mehrere Bits innerhalb der CAN-Daten und ein Wert kann eine symbolische Darstellung der Signal-Bitwerte oder eine Dezimalzahl mit Einheiten sein.

4 Wenn Sie eine Bedingung wählen, die Ihnen die Einschränkung nach ID oder Trigger auf ID oder Datenwerte ermöglicht, verwenden Sie den Softkey **Nach ID filtern** oder den Softkey **Bits** und das CAN Bits-Menü, sowie die restlichen Softkeys, um diese Werte festzulegen.

Einzelheiten zur Verwendung der verbleibenden Softkeys erhalten Sie, indem Sie den entsprechenden Softkey gedrückt halten und so die integrierte Hilfe anzeigen.

Mit dem Modus **Zoom** können Sie leichter durch die dekodierten Daten navigieren.

HINWEIS Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das CAN-Signal möglicherweise langsam genug für ein automatisches Triggern (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

HINWEIS Informationen zur Anzeige der seriellen CAN-Dekodierung finden Sie unter “CAN/CAN FD Seriell Dekodieren" auf Seite 456.

CAN/CAN FD Seriell Dekodieren

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von CAN-Signalen finden Sie unter “Setup für CAN/CAN FD Signale" auf Seite 449.

HINWEIS Informationen zum Setup für die CAN-Triggerung finden Sie unter "CAN/CAN FD Triggering" auf Seite 454.

So konfigurieren Sie die Funktion CAN-Seriell Dekodieren:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

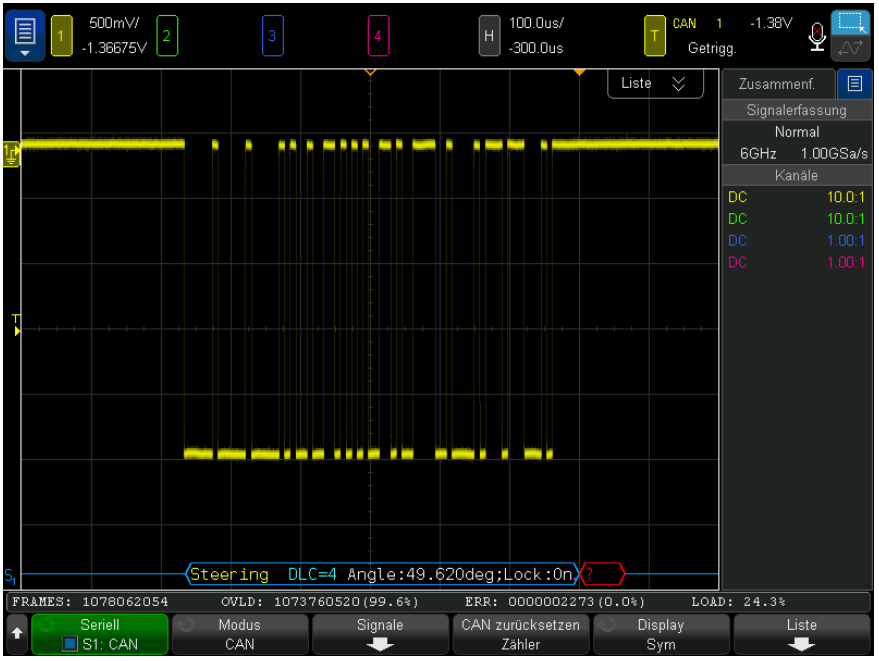
3 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das CAN-Signal möglicherweise langsam genug für ein automatisches Triggern (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die dekodierten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren der CAN/CAN FD-Dekodierung" auf Seite 458
- "CAN-Totalisator" auf Seite 459
- "Interpretieren von CAN-Auflisterdaten" auf Seite 461
- "Suchen nach CAN-Daten im Auflister" auf Seite 462

Interpretieren der CAN/CAN FD-Dekodierung



Die CAN-Dekodierungsanzeige ist wie folgt farbkodiert:

- Blaue gewinkelte Wellenformen: aktiver Bus (in einem Paket/Frame).
- Blaue Linien mittlerer Ebene: inaktiver Bus.
- Frame-ID – gelb.
- Datenbytes – weiße Hex-Ziffern.
- CAN-Frame-Typ und Data Length Code (DLC) – blau für Daten-Frames, grün für Remote-Frames. Der DLC ist stets ein Dezimalwert. CAN-Frame-Typen können sein:
  - FD – ein CAN-FD-Frame, dessen Bitrate während der Datenphase nicht wechselt.
  - BRS – ein CAN-FD-Frame, dessen Bitrate während der Datenphase wechselt.
  - RMT – ein standardmäßiger CAN-Remote-Frame.

- Daten – ein standardmäßiger CAN-Daten-Frame.

  Der Status des Flags Error State Indicator (ESI) wird in der Spalte „Typ" des Auflisters angezeigt. Wenn das ESI-Bit rezessiv ist (Fehler passiv) ist der Hintergrund der Spalte „Typ" gelb. Wenn das ESI-Bit Fehler aktiv anzeigt, ist der Hintergrund der Spalte „Typ" transparent.

  Das DLC-Teilfeld wird stets im Dezimalformat angezeigt und informiert über die Anzahl der Bytes im Frame. So wird beispielsweise für einen FD-Rahmen mit DLC-Code 0xF, von dem ein Paket mit 64 Byte dargestellt wird, „DLC=64" auf der Dekodierungszeile dargestellt, und „64" in der Spalte DLC des Auflisters.

- Overload-Frame – blau mit dem Text „OVRLD". Ein Überlastungszustand kann vor Ende der Frame-Bedingung auftreten. In diesem Fall wird der Frame geschlossen und am Start des Überlastungszustands mit blauen Klammern geöffnet.
- Stuff-Anzahl – grüne Hex-Ziffer bei Gültigkeit, rote Hex-Ziffer bei Fehlererkennung. Die Hex-Ziffer zeigt die Gray-codierte Paritätsbit-Stuff-Anzahl.
- CRC – blaue Hex-Ziffern bei Gültigkeit, rote Hex-Ziffern bei Fehlererkennung.
- Rote gewinkelte Wellenform – unbekannt oder Fehlerzustand.
- Mit Flag gekennzeichnete Fehler – rot bei „ERR FRAME", „STUFF ERR", „FORM ERR", „ACK ERR", „GLITCH ERR", oder „?" (unbekannt).
- Pinkfarbene vertikale Leisten: Horizontale Skalierung zu Ansicht der Dekodierung erweitern (und erneut ausführen).
- Roter Punkt: Weitere Informationen verfügbar. Dekodierter Text ist abgeschnitten. Sie können die horizontale Skalierung zur Ansicht der Informationen erweitern.

CAN-Totalisator

Der CAN-Totalisator ermöglicht eine direkte Messung der Busqualität und -effizienz. Der CAN-Totalisator misst die Gesamtzahl der CAN-Frames, den Spezifikationsfehler-Zähler, die gekennzeichneten Fehler-Frames und die Busauslastung.

Der Totalisator wird ständig ausgeführt und zählt Frames und berechnet Prozentwerte. Er wird immer dann dargestellt, wenn die CAN-Dekodierung angezeigt wird. Der Totalisator zählt auch dann, wenn das Oszilloskop angehalten wird und keine Daten erfasst. Die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp** besitzt keine Auswirkungen auf den Totalisator. Bei Auftreten einer Überlaufbedingung wird im Zähler **OVERFLOW** angezeigt. Die Zähler können auf Null zurückgesetzt werden, indem Sie den Softkey **CAN zurücksetzen Zähler** drücken.

Frame-Typen

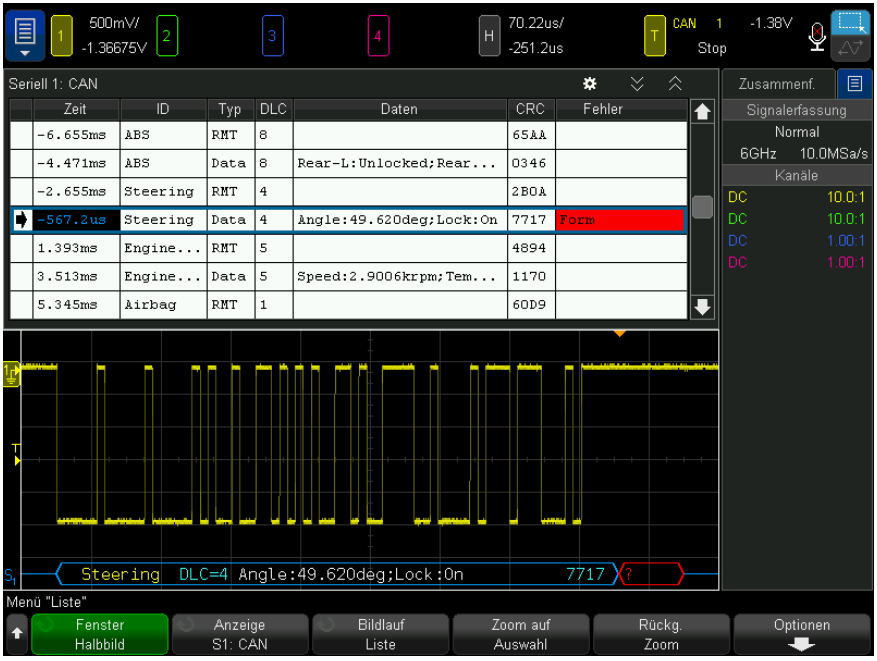
- Aktive Fehler-Frames sind CAN-Frames, in denen ein CAN-Knoten einen Fehlerzustand im Daten-/Remote-Frame erkennt und ein aktives Fehler-Flag erzeugt.
- Ein Teil-Frame tritt auf, wenn das Oszilloskop während eines Frames einen Fehlerzustand erkennt, dem kein aktives Fehler-Flag folgt. Teil-Frames werden nicht gezählt.

Zähler

- Der FRAMES-Zähler gibt Auskunft über die Gesamtzahl der vervollständigten Remote-, Daten-, Overload und aktiven Fehler-Frames.
- Der SPEC-Zähler informiert über die gesamte Anzahl der Spezifikationsfehler. Dieser Zähler verfolgt die Anzahl der Quittungs-, Form-, Stuff- und CRC-Fehler. Wenn ein Paket mehrere Fehlertypen enthält, erhöht dieses Paket den Zähler um die Gesamtzahl von Fehlern im Paket.
- Der Zähler ERR FR zeigt die Gesamtzahl der vervollständigten aktiven Fehler-Frames und ihren Prozentanteil an der Gesamtanzahl der Frames an.
- Die LOAD-Anzeige (Busauslastung) misst den Prozentanteil der Zeit, in der der Bus aktiv ist. Die Berechnung wird in Perioden von 330 ms ausgeführt, etwa alle 400 ms.

Beispiel: Wenn der Daten-Frame ein aktives Fehler-Flag enthält, werden sowohl der FRAMES-Zähler als auch der ERR FR-Zähler erhöht. Wenn ein Daten-Frame einen Fehler aufweist, bei dem es sich nicht um einen aktiven Fehler handelt, wird dieser Frame als Teil-Frame eingestuft und keine Zähler erhöht.

Interpretieren von CAN-Auflisterdaten


500mV/
-1.36675V
70.22us/
-251.2us
CAN 1
Stop
-1.38V
Seriell 1: CAN
Zeit | ID | Typ | DLC | Daten | CRC | Fehler
-6.655ms | ABS | RMT | 8 | | 65AA |
-4.471ms | ABS | Data | 8 | Rear-L:Unlocked;Rear... | 0346 |
-2.655ms | Steering | RMT | 4 | | 2B0A |
-567.2us | Steering | Data | 4 | Angle:49.620deg;Lock:On | 7717 | Form
1.393ms | Engine... | RMT | 5 | | 4894 |
3.513ms | Engine... | Data | 5 | Speed:2.9006krpm;Tem... | 1170 |
5.345ms | Airbag | RMT | 1 | | 60D9 |
Zusammenf.
Signalerfassung
Normal
6GHz 10.0MSa/s
Kanäle
DC 10.0:1
DC 10.0:1
DC 1.00:1
DC 1.00:1
Steering DLC=4 Angle:49.620deg;Lock:On 7717
Menü "Liste"
Fenster Halbbild
Anzeige S1: CAN
Bildlauf Liste
Zoom auf Auswahl
Rückg. Zoom
Optionen

Neben der Standardspalte Zeit umfasst der CAN-Auflister folgende Spalten:

- ID – Frame-ID. Kann als Hex-Ziffern oder als symbolische Information angezeigt werden (siehe "Laden und Anzeigen von CAN-Symbolikdaten" auf Seite 453).
- Typ – Frame-Typ (Remote-Frame oder Daten).
- DLC – Data Length Code.
- Daten – Datenbytes. Die Daten können als Hex-Ziffern oder als symbolische Information angezeigt werden.
- CRC – Cyclic Redundancy Check.
- Fehler – rot markiert. Mögliche Fehlertypen sind Quittung (Ack, A), Form (Fo) oder Frame (Fr). Weitere Fehlertypen können Kombinationen wie „Fo,Fr" (siehe obiges Beispiel) sein.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach CAN-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von CAN-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während CAN als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Suchmenü den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um Seriell 1 oder Seriell 2 auszuwählen, wo das CAN-Signal dekodiert wird.
3. Drücken Sie **Suchen nach**. Wählen Sie anschließend aus folgenden Optionen aus:
   - **Frame-ID** – Findet Remote- oder Daten-Frames, die der angegebenen ID entsprechen.
   - **Daten-Frame-ID** – Findet Daten-Frames, die der angegebenen ID entsprechen.
   - **Daten-Frame-ID und Daten** – Findet Daten-Frames mit der festgelegten ID und den entsprechenden Daten.
   - **Remote-Frame-ID** – Findet Remote-Frames mit der angegebenen ID.
   - **Fehler-Frame** – Findet aktive CAN-Fehler-Frames.
   - **Quittungsfehler** – Findet das Bestätigungsbit, wenn die Polarität falsch ist.
   - **Form-Fehler** – Findet Fehler bei reservierten Bits.
   - **Stuff-Fehler** – Findet bei Position in einem nicht fehlerhaften oder nicht überlasteten Frame 6 aufeinanderfolgende Einsen oder 6 aufeineinanderfolgende Nullen.
   - **CRC-Teilfeld-Fehler** – Stellt fest, ob der berechnete CRC dem übertragenen CRC nicht entspricht.
   - **Alle Fehler** – Findet alle Form- oder aktiven Fehler.
   - **Overload-Frame** – Findet CAN-Overload-Frames.

   Wenn CAN-Symbolikdaten in das Oszilloskop geladen werden (siehe “Laden und Anzeigen von CAN-Symbolikdaten" auf Seite 453), können Sie Folgendes suchen:
   - **Meldung** – eine symbolische Meldung.
   - **Meldung und Signal** – eine symbolische Meldung und ein Signalwert.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

Setup für LIN-Signale

Beim Setup von LIN-Signalen (Local Interconnect Network) wird das Oszilloskop an ein serielles LIN-Signal angeschlossen. Dabei werden die Signalquelle, der Grenzwert-Spannungspegel, die Baudrate, der Abtastwert und weitere LIN-Signalparameter angegeben.

So richten Sie das Oszilloskop für die Erfassung von LIN-Signalen ein:

1. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
2. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.
3. Drücken Sie den Softkey **Modus**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **LIN** aus.
4. Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü LIN-Signale zu öffnen.

5. Drücken Sie den Softkey **Quelle**, um den an die LIN-Signalleitung angeschlossenen Kanal zu wählen.

   Die Bezeichnung für den LIN-Quellkanal wird automatisch zugewiesen.
6. Drücken Sie den Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Grenzwert-Spannungspegel für das LIN-Signal auf die Mitte des LIN-Signals einzustellen.

   Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.
7. Drücken Sie den Softkey **Baudrate**, um das Menü LIN-Baudrate zu öffnen.

8 Drücken Sie den Softkey **Baud**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl der Baudrate, die Ihrem LIN-Bussignal entspricht.

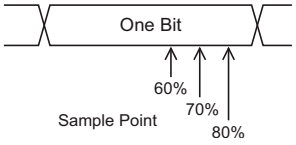
Die Standard-Baudrate ist 19,2 Kbit/s.

Wenn keine der vordefinierten Optionen dem LIN-Bussignal entspricht, wählen Sie **Benutzerdefiniert** aus. Drücken Sie anschließend den Softkey **Ben.-Baud** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Baudrate einzugeben.

Sie können eine LIN-Baudrate von 2,4 kb/s bis 625 kb/s in Schritten von 100 b/s festlegen.

9 Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum LIN-Signalmenü zurückzukehren.

10 Drücken Sie den Softkey **Abtastwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl des Abtastwerts, bei dem das Oszilloskop den Bitwert abtastet.



11 Drücken Sie den Softkey **Standard**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um die gemessene LIN-Norm auszuwählen (LIN 1.3 oder LIN 2.X).

Verwenden Sie für LIN 1.2-Signale die Einstellung für LIN 1.3. Die Einstellung LIN 1.3 setzt voraus, dass das Signal der „Table of Valid ID Values" (Tabelle gültiger ID-Werte) in Abschnitt A.2 der LIN-Spezifikation vom 12. Dezember 2002 entspricht. Wenn das Signal nicht dieser Tabelle entspricht, verwenden Sie die Einstellung LIN 2.X.

12 Drücken Sie den Softkey **Sync-Break**, und wählen Sie die Mindestanzahl an Takten aus, die einen Sync-Break im LIN-Signal definieren.

Laden und Anzeigen von LIN-Symbolikdaten

Wenn Sie eine LIN-Beschreibungsdatei (*.ldf) in das Oszilloskop laden, können ihre Symbolikinformationen wie folgt sein:

- Wird in der Dekodierungswellenform und im Auflisterfenster angezeigt.
- Wird bei der Konfiguration der LIN-Triggerung verwendet.
- Wird bei der Suche nach LIN-Daten bei der Dekodierung verwendet.

So laden Sie eine LIN-Beschreibungsdatei in das Oszilloskop:

1 Drücken Sie **[Save/Recall] Speichern/Neu aufrufen** > **Neu aufrufen** > **Neu aufrufen** > **LIN-Symbolik-Daten (*.ldf)**.

2 Drücken Sie **Drücken für Weiter** und navigieren Sie zur LIN-Beschreibungsdatei auf einem USB-Speichergerät.

3 Drücken Sie **Laden nach:** und wählen Sie, mit welcher seriellen Dekodierung (**S1** oder **S2**) die Symbolikinformationen verwendet werden.

4 Drücken Sie den Softkey **Durch Drücken Neu aufrufen**.

Die LIN-Beschreibungsdatei bleibt im Oszilloskop gespeichert, bis sie überschrieben wird oder ein sicheres Löschen durchgeführt wird.

Anzeige der LIN-Symbolikdaten:

1 Drücken Sie **[Serial] Seriell**.

2 Drücken Sie den Softkey **Anzeigen** und wählen Sie **Symbolik** (anstatt **Hexadezimal**).

Diese Auswahl betrifft sowohl die Dekodierungswellenform als auch den Auflister.

LIN-Trigger

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung eines LIN-Signals finden Sie unter "Setup für LIN-Signale" auf Seite 463.

Bei LIN-Triggern kann auf die ansteigende Flanke am Sync-Break-Pegel des LIN-Ein-Draht-Bussignals (die den Beginn des Message-Frames markiert), die Frame ID oder die Frame ID und die Daten getriggert werden.

Die folgende Abbildung zeigt einen LIN-Signal-Message-Frame:

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Triggertyp**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell2) auszuwählen, an dem das CAN-Signal dekodiert wird.

3 Drücken Sie den Softkey **Triggern auf:**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Triggerbedingung:

- **Sync** (Sync-Break) – Das Oszilloskop triggert auf die ansteigende Flanke am Sync-Break-Pegel des LIN-Bus-Signals (Eindrahtleitung), die den Anfang des Message-Frames kennzeichnet.
- **ID** (Frame ID) – Das Oszilloskop triggert, wenn ein Frame mit einer ID erkannt wird, die dem ausgewählten Wert entspricht. Verwenden Sie den Knopf **Eingabe**, um den Wert für die Frame ID auszuwählen.
- **ID & Daten** (Frame ID und Daten) – Das Oszilloskop triggert, wenn ein Frame mit einer ID und Daten erkannt wird, die den ausgewählten Werten entsprechen. Beim Triggern auf eine Frame-ID und Daten:
  - Drücken Sie zur Auswahl des Frame-ID-Wertes den Softkey **Frame ID** und verwenden Sie den Knopf **Eingabe**.

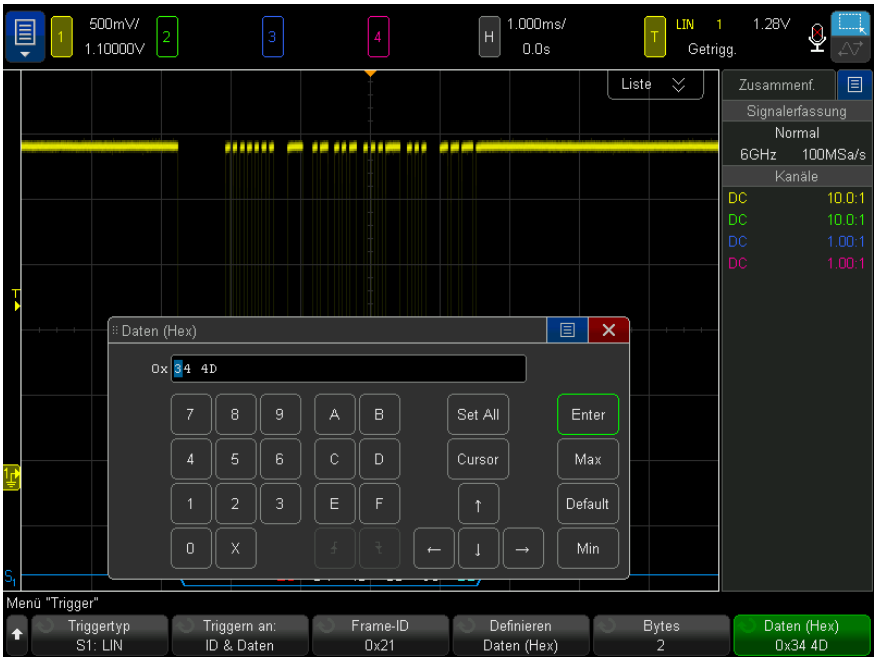
    Beachten Sie, dass Sie einen beliebigen Wert für die Frame ID angeben und nur auf Datenwerte triggern können.
  - Verwenden Sie die verbleibenden Softkeys, um die Anzahl an Datenbytes zu konfigurieren und ihre Werte einzugeben (im Hexadezimal- oder Binärformat).
- **Paritätsfehler** – Das Oszilloskop triggert auf Paritätsfehlern.
- **Prüfsummenfehler** – Das Oszilloskop triggert auf Prüfsummenfehlern.

Wenn eine LIN-Beschreibungsdatei (*.ldf) in ein Oszilloskop geladen (abgerufen) wird (siehe "Laden und Anzeigen von LIN-Symbolikdaten" auf Seite 464), können Sie auf Folgendes triggern:

- **Frame (Symbolik)** – Ein Symbolik-Frame-Wert.
- **Frame und Signal** – Eine Symbolik-Frame-Wert und ein Signalwert.

Symbolik-Frames, Signale und Werte werden in der LIN-Beschreibungsdatei definiert.

Ein Frame ist ein symbolischer Name für eine LIN-Frame-ID, ein Signal ist der symbolische Name für ein Bit oder mehrere Bits innerhalb der LIN-Daten und ein Wert kann eine symbolische Darstellung der Signal-Bitwerte oder eine Dezimalzahl mit Einheiten sein.



HINWEIS Einzelheiten zur Verwendung der Softkeys im Menü LIN-Bits erhalten Sie, indem Sie den entsprechenden Softkey gedrückt halten und so die integrierte Hilfe anzeigen.

HINWEIS Weitere Informationen zur LIN-Dekodierung finden Sie unter "LIN-Seriell Dekodieren" auf Seite 468.

LIN-Seriell Dekodieren

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von LIN-Signalen finden Sie unter “Setup für LIN-Signale" auf Seite 463.

HINWEIS **Informationen zum Setup für die LIN-Triggerung finden Sie unter “LIN-Trigger" auf Seite 465.**

So konfigurieren Sie die Funktion LIN-Seriell Dekodieren:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Wählen Sie, ob die Paritätsbits im Bestimmungsfeld berücksichtigt werden sollen.

   a Wenn Sie die oberen beiden Paritätsbits maskieren möchten, darf das Kontrollkästchen unter dem Softkey **Parität anzeigen** nicht aktiviert sein.

   b Wenn Sie die Paritätsbits im Bestimmungsfeld berücksichtigen möchten, muss das Kontrollkästchen unter dem Softkey **Parität anzeigen** aktiviert sein.

3 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

4 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

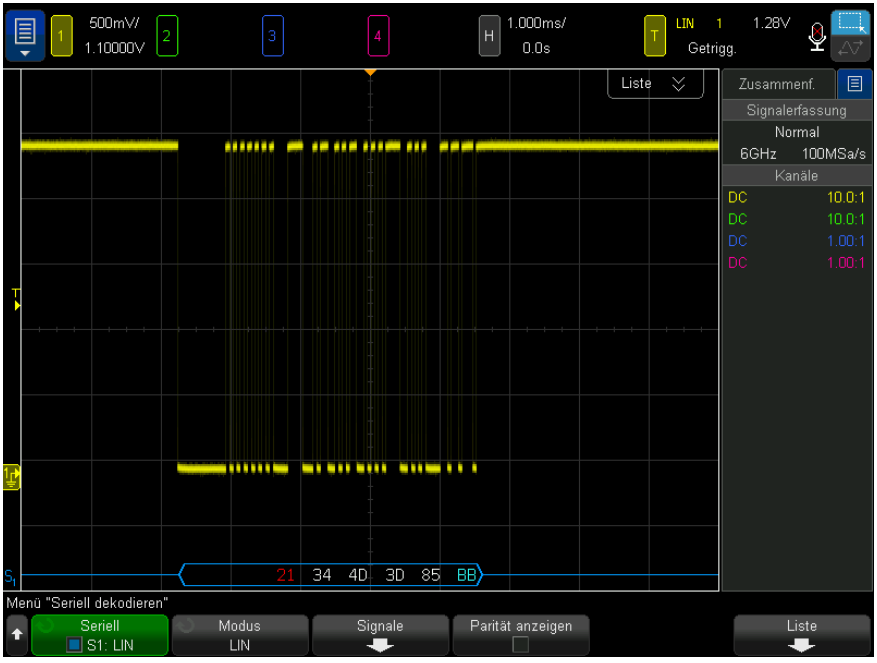
HINWEIS **Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das LIN-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste [Mode/Coupling] Modus/Kopplung und anschließend den Softkey Modus, um den Triggermodus von Auto auf Normal zu stellen.**

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die dekodierten Daten navigieren.

Siehe auch
- “Interpretieren der LIN-Dekodierung" auf Seite 469

- "Interpretieren von LIN-Auflisterdaten" auf Seite 471
- "Suchen nach LIN-Daten im Auflister" auf Seite 472

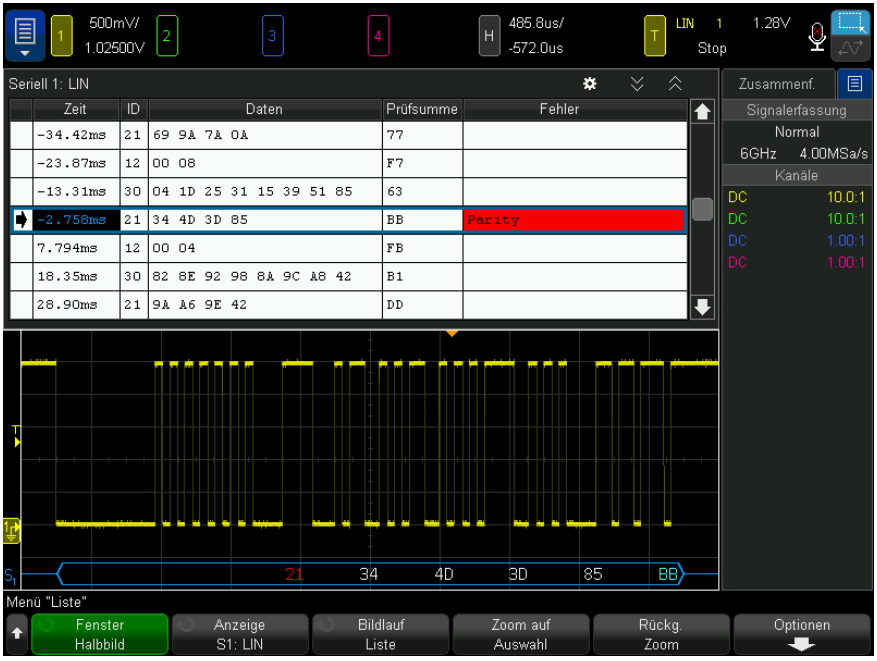
Interpretieren der LIN-Dekodierung



- Gewinkelte Wellenformen weisen einen aktiven Bus (in einem Paket/Frame) auf.
- Blaue Linien mittlerer Ebene stellen einen inaktiven Bus dar.
- Die hexadezimale ID und die Paritätsbits (falls aktiviert) werden in Gelb dargestellt. Wird ein Paritätsfehler erkannt, werden die hexadezimale ID und die Paritätsbits (falls aktiviert) in Rot angezeigt.
- Dekodierte hexadezimale Datenwerte werden in Weiß dargestellt.
- Die Prüfsumme wird blau, wenn korrekt, und rot, wenn nicht korrekt.
- Dekodierter Text wird am Ende des zugehörigen Frames abgeschnitten, wenn innerhalb der Frame-Begrenzungen nicht genügend Platz verfügbar ist.

- Pinkfarbene vertikale Leisten weisen darauf hin, dass Sie zur Ansicht der Dekodierung die horizontale Skalierung erweitern und den Vorgang erneut ausführen müssen.
- Rote Punkte in der Dekodierungszeile weisen auf nicht angezeigte Daten hin. Scrollen oder erweitern Sie die horizontale Skalierung zur Ansicht der Informationen.
- Unbekannte Buswerte (nicht definierte Werte oder Fehlerbedingungen) werden in Rot angezeigt.
- Enthält das Sync-Feld einen Fehler, wird SYNC in Rot angezeigt.
- Überschreitet die Kopfzeile die im Standard angegebene Länge, wird THM in Rot angezeigt .
- Wenn die Frame-Gesamtanzahl die im Standard angegebene Länge überschreitet, wird TFM in Rot angezeigt (nur LIN 1.3).
- Für LIN 1.3 wird bei WAKE ein Aktivierungssignal in Blau angezeigt. Wenn auf das Aktivierungssignal kein gültiges Aktivierungstrennzeichen folgt, wird ein Aktivierungsfehler erkannt und als WUP in Rot angezeigt.

Interpretieren von LIN-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der LIN-Auflister folgende Spalten:

- ID – Frame-ID. Die Daten können als Hex-Ziffern oder als symbolische Information angezeigt werden (siehe "Laden und Anzeigen von LIN-Symbolikdaten" auf Seite 464).
- Daten – Datenbytes. Die Daten können als Hex-Ziffern oder als symbolische Information angezeigt werden.
- Prüfsumme.
- Fehler – rot markiert.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach LIN-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von LIN-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während LIN als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Suchmenü den Softkey **Suchen**; drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem das LIN-Signal dekodiert wird.
3. Drücken Sie **Suchen**. Wählen Sie anschließend aus folgenden Optionen aus:
   - **ID** – Findet Frames mit der angegebenen ID. Drücken Sie den Softkey Frame-ID, um die ID auszuwählen.
   - **ID & Daten** – Findet Frames mit der angegebenen ID und den entsprechenden Daten. Drücken Sie den Softkey Frame-ID, um die ID auszuwählen. Drücken Sie den Softkey Bits, um den Datenwert einzugeben.
   - **Fehler** – Findet alle Fehler.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter "Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter "Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

27 FlexRay-Triggerung und Serielle Dekodierung

Einrichtung für FlexRay-Signale / 473
FlexRay-Triggerung / 474
FlexRay – Serielle Dekodierung / 477

Für die FlexRay-Triggerung und serielle Dekodierung ist die FLEX-Option oder das DSOX6FLEX-Upgrade erforderlich.

Einrichtung für FlexRay-Signale

Bei der Einrichtung von FlexRay-Signalen muss das Oszilloskop zunächst unter Verwendung einer aktiven Differentialmesssonde (empfohlen wird die Keysight N2792A-Differentialmesssonde) mit einem FlexRay-Differentialsignal verbunden werden. Dabei werden die Signalquelle, der Schwellenwertpegel für den Trigger, die Baudrate sowie der Bustyp angegeben.

So richten Sie das Oszilloskop für die Erfassung von FlexRay-Signalen ein:

1. Drücken Sie **[Label] Bez.**, um Bezeichnungen zu aktivieren.
2. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
3. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten seriellen Busses (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.
4. Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie den Modus **FlexRay**.
5. Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü FlexRay-Signale zu öffnen.

6 Drücken Sie **Quelle** und wählen Sie den Analogkanal aus, der das FlexRay-Signal abtastet.

7 Drücken Sie **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Grenzwert-Spannungspegel einzustellen.

   Der Grenzwert sollte niedriger sein als der Wert für Inaktivität.

   Der Grenzwertspannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Bus für die Dekodierung festgelegt wird.

8 Drücken Sie **Baud** und wählen Sie die Baudrate des abgetasteten FlexRay-Signals.

9 Drücken Sie **Bus** und wählen Sie den Bustyp des abgetasteten FlexRay-Signals.

   Es ist wichtig, den richtigen Bus anzugeben, da diese Einstellung die CRC-Fehlererkennung beeinflusst.

10 Drücken Sie **Auto-Setup**, um die folgenden Schritte auszuführen:

   - Festlegen der Impedanz des ausgewählten Quellkanals auf 50 Ohm. Es wird davon ausgegangen, dass eine aktive Differentialmesssonde verwendet wird, die eine 50 Ohm-Terminierung erfordert.
   - Festlegen der Sondendämpfung des ausgewählten Quellkanals auf 10:1.
   - Festlegen der Triggerebene (für den ausgewählten Quellkanal) auf -300 mV.
   - Aktivieren der Trigger-Rauschunterdrückung.
   - Aktivieren der seriellen Dekodierung.
   - Festlegen des Triggertyps auf FlexRay.

FlexRay-Triggerung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung eines FlexRay-Signals finden Sie unter "Einrichtung für FlexRay-Signale" auf Seite 473.

Nach dem Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung eines FlexRay-Signals können Sie Trigger für Frames (see Seite 475), Fehler (see Seite 476), oder Ereignisse (see Seite 477) konfigurieren.

HINWEIS Informationen zur Anzeige der seriellen FlexRay-Dekodierung finden Sie unter "FlexRay – Serielle Dekodierung" auf Seite 477.

Triggerung bei FlexRay-Frames

1. Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Bus (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die FlexRay-Signale dekodiert werden.

3. Drücken Sie den Softkey **Trigger**. Wählen Sie anschließend mithilfe des Eingabedrehknopfs **Frame** aus.
4. Drücken Sie den Softkey **Frames**, um das Menü FlexRay-Frame-Trigger zu öffnen.

5. Drücken Sie den Softkey **Frame-ID und wählen Sie über den Eingabedrehknopf die Frame-ID aus. Verfügbare Werte sind** Alle **oder 1 bis 2047.**
6. Drücken Sie den Softkey **Frame-Typ**, um den Frame-Typ auszuwählen:
   - **Alle Frames**
   - **Start-Frames**
   - **NULL-Frames**
   - **Sync-Frames**
   - **Normale Frames**
   - **NICHT-Start-Frames**
   - **NICHT-NULL-Frames**
   - **NICHT-Sync-Frames**

7 Drücken Sie den Softkey **Cyc Ct Rep** und wählen Sie über den Eingabedrehknopf den Zykluszähler-Wiederholungsfaktor aus (**2**, **4**, **8**, **16**, **32** oder **64** bzw. **Alle**).

8 Drücken Sie den Softkey **Cyc Ct Bas** und wählen Sie über den Eingabedrehknopf den Zykluszähler-Basisfaktor aus (0 bis **Cyc Ct Rep**-Faktor minus 1).

Beispiel: Mit einem Basisfaktor von 1 und einem Wiederholungsfaktor von 16 triggert das Oszilloskop bei den Zyklen 1, 17, 33, 49 und 65.

Um bei einem bestimmten Zyklus zu triggern, legen Sie den Zykluswiederholungsfaktor auf 64 fest und wählen Sie einen Zyklus über den Zyklusbasisfaktor aus.

Um bei allen (beliebigen) Zyklen zu triggern, stellen Sie den Zykluswiederholungsfaktor auf „Alle" ein. Das Oszilloskop triggert bei einem beliebigen Zyklus bzw. bei allen Zyklen.

HINWEIS **Da bestimmte FlexRay-Frames nur selten auftreten, kann es nützlich sein, den Triggermodus von Auto in Normal zu ändern. Drücken Sie dazu [Mode/Coupling] Modus/Kopplung und anschließend den Softkey Modus. Dadurch wird eine automatische Triggerung verhindert, während das Oszilloskop auf eine bestimmte Frame-Zyklus-Kombination wartet.**

Triggerung bei FlexRay-Fehlern

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Bus (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die FlexRay-Signale dekodiert werden.

3 Drücken Sie den Softkey **Trigger**. Wählen Sie anschließend mithilfe des Eingabedrehknopfs **Fehler** aus.

4 Drücken Sie den Softkey **Fehler** und wählen Sie den Fehlertyp:

- **Alle Fehler**
- **Header-CRC-Fehler** – Zyklischer Redundanzprüfungsfehler in der Überschrift.
- **Frame-CRC-Fehler** – Zyklischer Redundanzprüfungsfehler im Frame.

HINWEIS Da selten FlexRay-Fehler auftreten, empfiehlt es sich, das Oszilloskop wie folgt einzustellen. Drücken Sie zunächst die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kupplung**, anschließend drücken Sie den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen. Dadurch wird eine automatische Triggerung verhindert, während das Oszilloskop auf einen Fehler wartet. Um bei mehreren Fehlern einen bestimmten Fehler anzuzeigen, muss möglicherweise der Trigger-Holdoff angepasst werden.

Triggerung bei FlexRay-Ereignissen

1. Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.
2. Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Bus (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die FlexRay-Signale dekodiert werden.
3. Drücken Sie den Softkey **Trigger**. Wählen Sie anschließend mithilfe des Eingabedrehknopfs **Ereignis** aus.

4. Drücken Sie den Softkey **Ereignis** und wählen Sie den Ereignistyp:
   - **Aktivierung**
   - **TSS** – Übertragungsstartsequenz.
   - **BSS** – Bytestartsequenz.
   - **FES/DTS** – Frame-Ende- oder dynamische Abfallsequenz.
5. Drücken Sie **Auto-Setup für Ereignis**.

   Über diese Option werden die Oszilloskopeinstellungen (wie in der Anzeige dargestellt) automatisch für den ausgewählten Ereignistrigger konfiguriert.

FlexRay – Serielle Dekodierung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von FlexRay-Signalen finden Sie unter "Einrichtung für FlexRay-Signale" auf Seite 473.

HINWEIS Informationen zur Konfiguration der FlexRay-Triggerung finden Sie unter "FlexRay-Triggerung" auf Seite 474.

So konfigurieren Sie die serielle FlexRay-Dekodierung:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

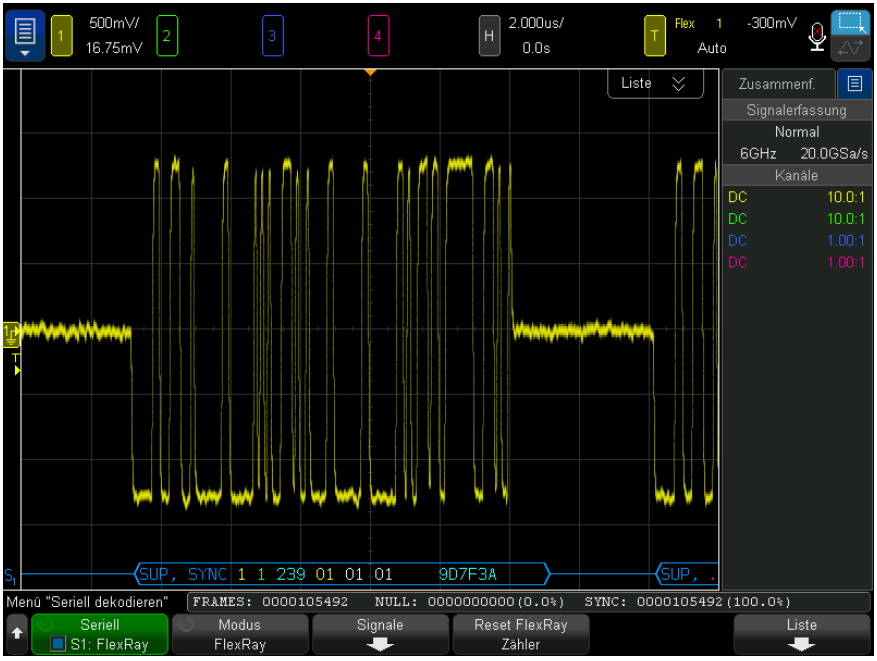
2 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

3 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die erfassten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren der FlexRay-Dekodierung" auf Seite 479
- "FlexRay-Totalisator" auf Seite 479
- "Interpretieren von FlexRay-Auflisterdaten" auf Seite 480
- "Suchen nach FlexRay-Daten im Auflister" auf Seite 481

Interpretieren der FlexRay-Dekodierung



- Frame-Typ (NORM, SYNC, SUP, NULL blau).
- Frame-ID (Dezimalstellen gelb).
- Nutzdatenlänge (Dezimalanzahl an Wörtern grün).
- Header-CRC (Hex-Zahlen blau, HCRC-Fehlermeldung rot, wenn ungültig).
- Zyklusnummer (Dezimalstellen gelb).
- Datenbytes (Hex-Ziffern weiß).
- Frame-CRC (Hex-Zahlen blau, FCRC-Fehlermeldung rot, wenn ungültig).
- Frame-/Coding-Fehler (spezifisches Fehlersymbol rot).

FlexRay-Totalisator

Der FlexRay-Totalisator besteht aus Zählern, die ein direktes Maß für Busqualität und -effizienz darstellen. Der Totalisator wird immer dann angezeigt, wenn das FlexRay-Dekodieren im Menü Seriell dekodieren AKTIVIERT ist.

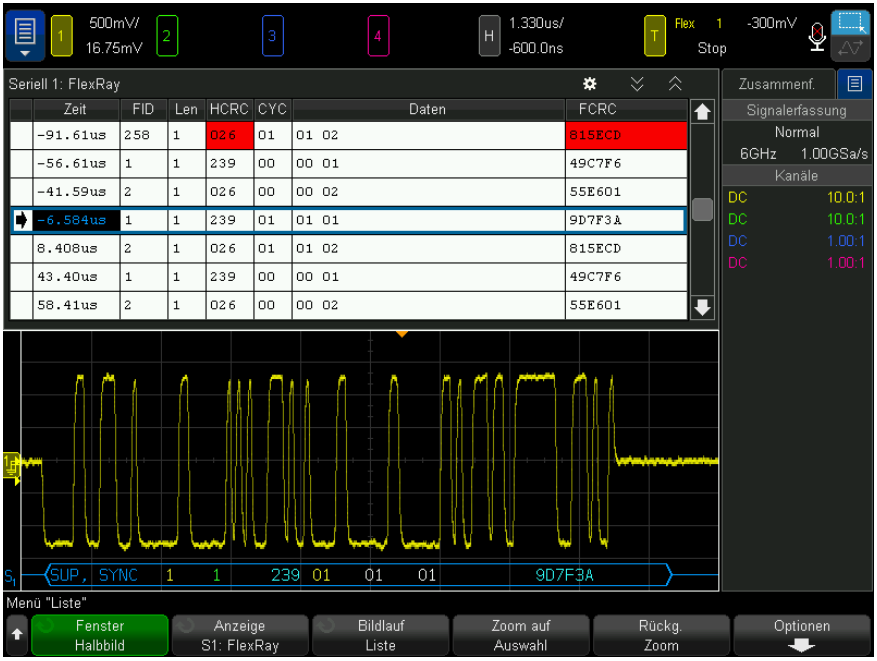
- Der FRAMES-Zähler gibt die Echtzeit-Anzahl aller erfassten Frames an.
- Der NULL-Zähler gibt die Anzahl und Prozentzahl der Null-Frames an.
- Der SYNC-Zähler gibt die Anzahl und Prozentzahl der Sync-Frames an.

Der Totalisator wird auch dann ausgeführt – Frames werden gezählt und Prozentsätze werden berechnet – wenn das Oszilloskop angehalten wurde und keine Daten erfasst.

Bei Auftreten einer Überlaufbedingung wird im Zähler **OVERFLOW** angezeigt.

Die Zähler können auf null zurückgesetzt werden, indem Sie den Softkey **FlexRay-Zähler zurücksetzen** drücken.

Interpretieren von FlexRay-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der FlexRay-Auflister folgende Spalten:

- FID – Frame-ID.
- Län. – Nutzdatenlänge.
- HCRC – Header-CRC.
- CYC – Zyklusnummer.
- Data.
- FCRC – Frame-CRC.
- Frames mit Fehlern sind rot markiert.

Suchen nach FlexRay-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von FlexRay-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während FlexRay als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Menü Suchen den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Bus (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die FlexRay-Signale dekodiert werden.
3. Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen nach** und wählen Sie dann aus folgenden Optionen aus:
   - **Frame-ID** – Findet Frames mit der angegebenen ID. Drücken Sie den Softkey Frame-ID, um die ID auszuwählen.
   - **Zyklusnummer (+ Frame-ID)** – Findet Frames mit der angegebenen Zyklusnummer und ID. Drücken Sie den Softkey Frame-ID, um die ID auszuwählen. Drücken Sie den Softkey Zyklusnummer, um die Zyklusnummer auszuwählen.
   - **Daten (+ Frame-ID + Zyklusnummer)** – Findet Frames mit den angegebenen Daten sowie der angegebenen Zyklusnummer und Frame-ID. Drücken Sie den Softkey **Frame-ID**, um die ID auszuwählen. Drücken Sie den Softkey **Zyklusnummer**, um die Zyklusnummer auszuwählen. Drücken Sie den Softkey **Daten** zum Öffnen eines Menüs, in dem der Datenwert eingegeben werden kann.
   - **Header-CRC-Fehler** – Findet zyklische Redundanzprüfungsfehler in Überschriften.

- **Frame-CRC-Fehler** – Findet zyklische Redundanzprüfungsfehler in Frames.
- **Fehler** – findet alle Fehler.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

28 I2C/SPI-Triggerung und Seriell Dekodieren

Setup für I2C-Signale / 483
I2C-Triggerfunktion / 484
I2C-Serielle Dekodierung / 489
Setup für SPI-Signale / 493
SPI-Triggern / 497
SPI-Seriell Dekodieren / 499

I2C/SPI-Triggerung und das serielle Dekodieren erfordern die Option EMBD oder das DSOX6EMBD-Upgrade.

HINWEIS **Es kann immer nur ein serieller SPI-Bus auf einmal dekodiert werden.**

Setup für I2C-Signale

Beim Setup von I^2C-Signalen (Inter-IC Bus) wird das Oszilloskop an die Serial-Data-Leitung (SDA) und die Serial-Clock-Leitung (SCL) angeschlossen. Anschließend werden die Schwellenwert-Spannungspegel für das Eingangssignal angegeben.

Zum Einrichten des Oszilloskops für das Erfassen von I^2C-Signalen verwenden Sie den Softkey **Signale**, der im Menü Seriell dekodieren angezeigt wird:

1 Drücken Sie **[Serial] Seriell**.

2 Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.

3 Drücken Sie den Softkey **Modus**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **I2C** aus.

4 Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü "I2C-Signale" zu öffnen.

5 Gehen Sie für SCL (Serial Clock) und SDA (Serial Data) folgendermaßen vor:

a Schließen Sie einen Oszilloskopkanal an das Signal im Messobjekt an.

b Drücken Sie den Softkey **SCL** oder **SDA**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Kanal für das Signal auszuwählen.

c Drücken Sie den entsprechenden Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zur Auswahl des Grenzwert-Spannungspegels für das Signal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

Die Daten müssen während des gesamten hohen Taktzyklus stabil sein. Wenn dies nicht der Fall ist, werden sie als Start- oder Stoppbedingung interpretiert (Datenübergang, während das Taktsignal sich im HIGH-Zustand befindet).

Die SCL- und SDA-Bezeichnungen für die Quellkanäle werden automatisch zugewiesen.

I2C-Triggerfunktion

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von I2C-Signalen finden Sie unter "Setup für I2C-Signale" auf Seite 483.

Sobald das Oszilloskop für die Erfassung von I2C-Signalen eingerichtet wurde, können Sie auf eine Stopp-/Start-Bedingung, einen Neustart, eine fehlende Quittung, ein EEPROM-Datenlese-Ereignis oder einen Read/Write-Frame mit einer bestimmten Geräteadresse und einem bestimmten Datenwert triggern.

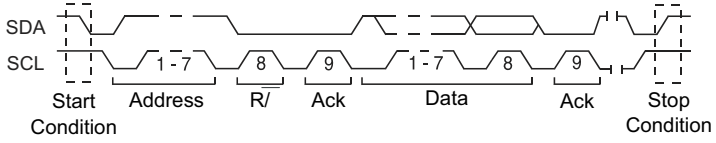
1 Drücken Sie den Softkey **[Trigger] Trigger**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **I2C** aus.

2 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

3 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell2) auszuwählen, an dem die I^2C-Signale dekodiert werden.

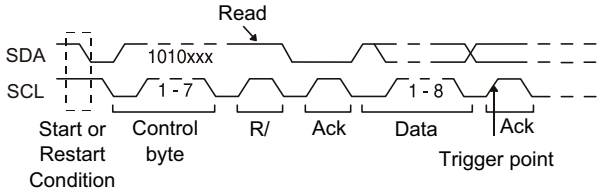
4 Drücken Sie den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen der Triggerbedingung:

- **Startbedingung**– Wird getriggert, sobald SDA-Daten von hoch auf niedrig übergehen, während der SCL-Takt hoch ist. Beim Triggern (einschließlich Frame-Trigger) wird ein Neustart genauso wie eine Startbedingung behandelt.
- **Stoppbedingung**– Wird getriggert, sobald Daten (SDA) von niedrig auf hoch übergehen, während der Takt (SCL) hoch ist.

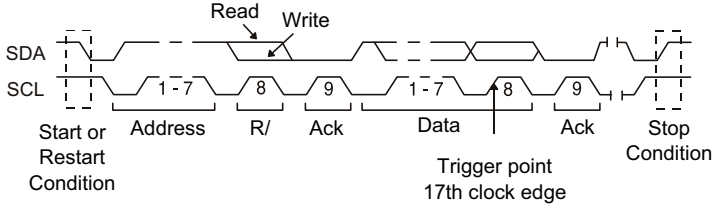


- **Neustart**– Wird getriggert, wenn vor einer Stoppbedingung eine weitere Startbedingung auftritt.
- **Adresse** – Triggert bei der ausgewählten Adresse. R/W-Bit wird ignoriert.
- **Adresse ohne Quittung**– Das Oszilloskop wird ausgelöst, wenn die Quittung des ausgewählten Adressfelds fehlerhaft ist. R/W-Bit wird ignoriert.

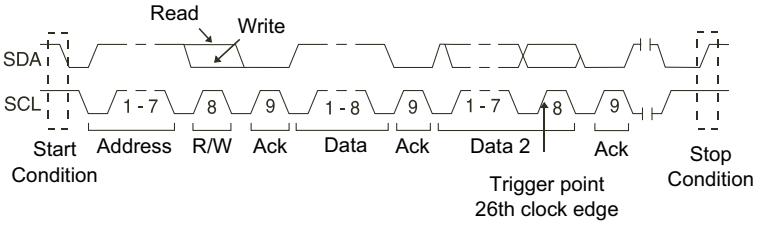
- **Daten ohne Quittung schreiben**– Triggert, wenn ein Schreibdatenbyte nicht quittiert wird. Beachten Sie, dass dieser Triggermodus wird getriggert wird, wenn die Quittung nach dem R/W-Bit fehlt. Er wird nur bei fehlenden Quittungen nach Datenbytes getriggert.
- **Fehlende Quittung**– Wird getriggert, wenn SDA-Daten sich während eines beliebigen Ack-SCL-Taktbits im Zustand HIGH befinden.
- **EEPROM-Daten lesen**– Der Trigger sucht nach dem EEPROM-Steuerbyte-Wert 1010xxx auf der SDA-Leitung, gefolgt von einem Lesebit (Read) und einem Quittungsbit (Ack). Anschließend sucht er nach dem Datenwert und dem Qualifizierer, die mit den Softkeys **Daten** und **Daten sind** vorgegeben wurden. Tritt dieses Ereignis ein, so triggert das Oszilloskop auf die Taktflanke für das Quittungsbit nach dem Datenbyte. Das Datenbyte muss nicht zwingend direkt auf das Steuerbyte folgen.



- **Frame (Start: Addr7: Read: Ack: Data)** oder **Frame (Start: Addr7: Write: Ack: Data)**– Das Oszilloskop triggert auf einen Read- oder Write-Frame im 7-Bit-Adressiermodus auf der 17. Taktflanke, wenn alle Bits im Muster den Vorgaben entsprechen. Das Triggersystem behandelt einen Restart genauso wie eine Startbedingung.



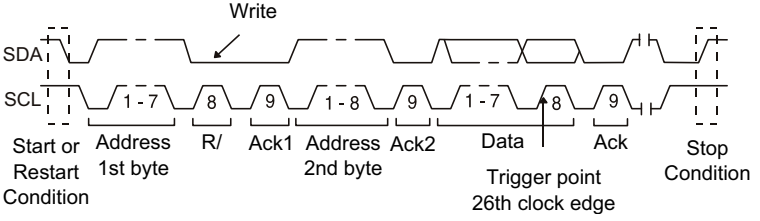
- **Frame (Start: Addr7: Read: Ack: Data: Ack: Data2)** oder **Frame (Start: Addr7: Write: Ack: Data: Ack: Data2)**– Das Oszilloskop triggert auf einen Read- oder Write-Frame im 7-Bit-Adressiermodus auf der 26. Taktflanke, wenn alle Bits im Muster den Vorgaben entsprechen. Das Triggersystem behandelt einen Restart genauso wie eine Startbedingung.



- **10-Bit schreiben** – Das Oszilloskop triggert auf einen 10-Bit-Write-Frame auf der 26. Taktflanke, falls alle Bits im Muster den Vorgaben entsprechen. Der Frame hat folgendes Format:

  Frame (Start: Adressbyte 1: Schreiben: Adressbyte 2: Ack: Daten)

  Das Triggersystem behandelt einen Restart ebenso wie eine Startbedingung.



5 Wenn Sie das Oszilloskop zum Triggern auf die Bedingung EEPROM-Daten lesen eingestellt haben:

Drücken Sie den Softkey **Daten sind**, um das Oszilloskop so einzustellen, dass unter folgenden Bedingungen getriggert wird: Daten sind = (gleich), ≠ (ungleich), <(kleiner als) oder >(größer als) der im Softkey **Daten** festgelegte Datenwert.

Das Oszilloskop triggert auf die Taktflanke für das Quittungsbit, nachdem es auf das Triggerereignis gestoßen ist. Das Datenbyte muss nicht zwingend direkt auf das Steuerbyte folgen. Das Oszilloskop triggert auf jedes Datenbyte, das während eines aktuellen Adresslesevorgangs, eines zufälligen Lesevorgangs oder eines sequenziellen Lesezyklus den in den Softkeys **Daten sind** und **Daten** definierten Kriterien entspricht.

6 Wenn das Oszilloskop auf eine 7-Bit-Adresslese- oder -Schreib-Frame-Bedingung oder eine 10-Bit-Schreib-Frame-Bedingung triggern soll:

a Drücken Sie den Softkey **Adresse**, und drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl der 7-Bit- bzw. 10-Bit-Geräteadresse.

Sie können aus einem Adressbereich von Hexadezimalen von 0x00 bis 0x7F (7-Bit) oder 0x3FF (10-Bit) wählen. Das Oszilloskop triggert unmittelbar, nachdem die Start-, Adress-, Read/Write-, Acknowledge- und Datenereignisse stattgefunden haben.

Wenn Sie die Adresse 0xXX oder 0xXXX (alle Adressbits beliebig) spezifizieren, wird die Adresse ignoriert. Der Trigger erfolgt stets auf den 17. Takt bei der 7-Bit-Adressierung bzw. auf den 26. Takt bei der 10-Bit-Adressierung.

b Drücken Sie den Softkey **Daten** und drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des 8-Bit-Datenmusters, auf das getriggert werden soll.

Sie können einen Datenwert im Bereich von 0x00 bis 0xFF (hexadezimal) wählen. Das Oszilloskop triggert unmittelbar nachdem die Start-, Adress-, Read/Write-, Acknowledge- und Datenereignisse stattgefunden haben.

Wenn Sie den Datenwert 0xXX (alle Datenbits beliebig) spezifizieren, werden die Daten ignoriert. Der Trigger erfolgt stets auf den 17. Takt bei der 7-Bit-Adressierung bzw. auf den 26. Takt bei der 10-Bit-Adressierung.

c Wenn Sie einen 3-Byte-Trigger ausgewählt haben, drücken Sie den Softkey **Daten2** und drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des 8-Bit-Datenmusters, auf das getriggert werden soll.

HINWEIS Informationen zur Anzeige der seriellen I2C-Dekodierung finden Sie unter "I2C-Serielle Dekodierung" auf Seite 489.

I2C-Serielle Dekodierung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von I2C-Signalen finden Sie unter "Setup für I2C-Signale" auf Seite 483.

HINWEIS **Informationen zum Setup für die I2C-Triggerung finden Sie unter "I2C-Triggerfunktion" auf Seite 484.**

So stellen Sie I2C-serielle Dekodierung ein:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Wählen Sie die Adressgröße 7 Bit oder 8 Bit. Verwenden Sie die Adressengröße von 8 Bit, um das R/W-Bit in den Adresswert zu integrieren, oder die Adressengröße von 7 Bit, wenn das R/W-Bit nicht Teil des Adresswerts sein soll.

3 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

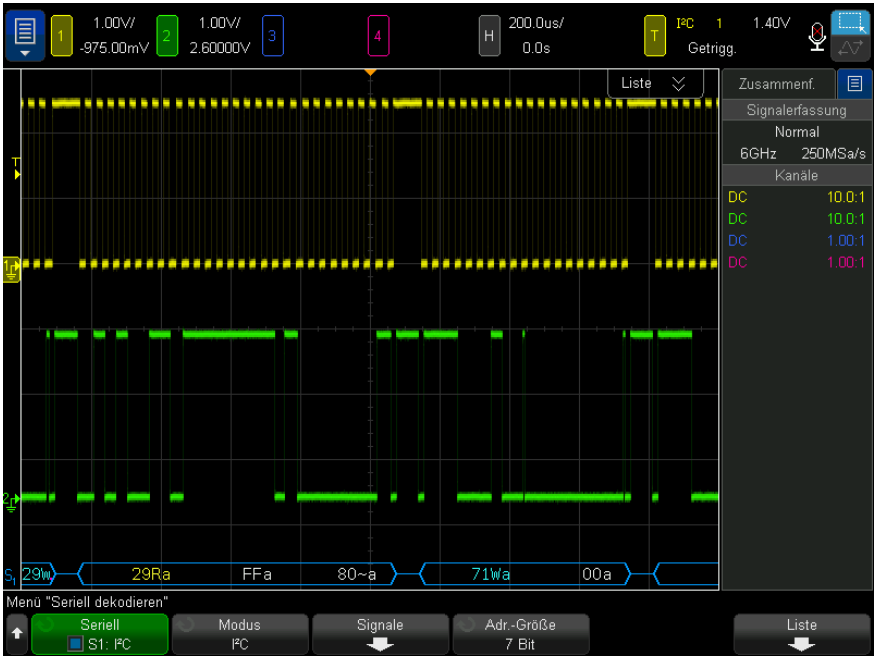
4 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS **Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das I2C-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste [Mode/Coupling] Modus/Kopplung und anschließend den Softkey Modus, um den Triggermodus von Auto auf Normal zu stellen.**

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die erfassten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren der I2C-Dekodierung" auf Seite 490
- "Interpretieren von I2C-Auflisterdaten" auf Seite 491
- "Suchen nach I2C-Daten im Auflister" auf Seite 492

Interpretieren der I2C-Dekodierung

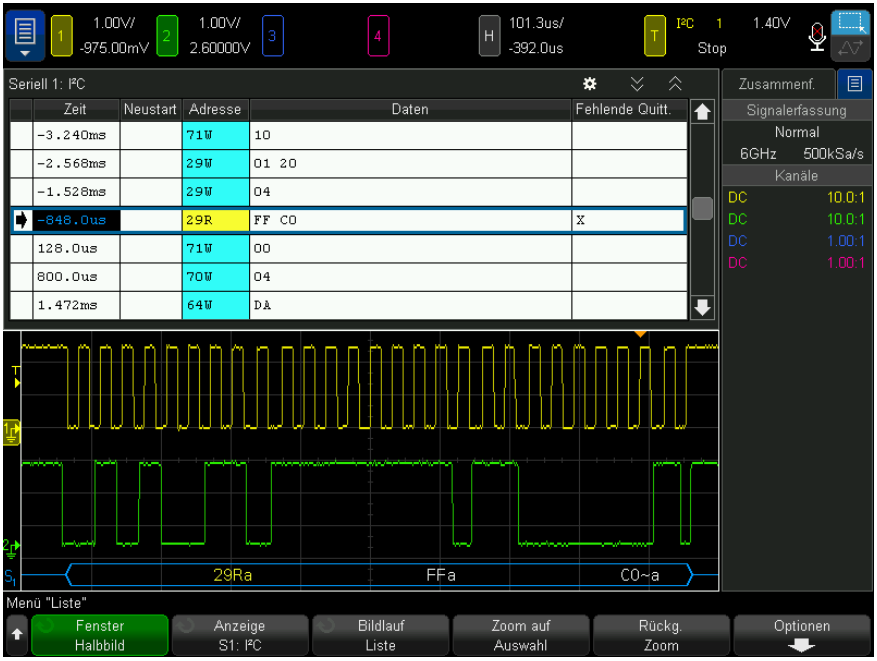


- Gewinkelte Wellenformen weisen einen aktiven Bus (in einem Paket/Frame) auf.
- Blaue Linien mittlerer Ebene stellen einen inaktiven Bus dar.
- In den dekodierten Hexadezimaldaten gilt Folgendes:
  - Adresswerte werden am Anfang eines Frames aufgeführt.
  - Schreibadressen werden in Hellblau zusammen mit dem Zeichen „W" angegeben.
  - Leseadressen werden in Gelb zusammen mit dem Zeichen „R" aufgeführt .
  - Neustartadressen werden in Grün zusammen mit dem Zeichen „S" aufgeführt.
  - Datenwerte werden in Weiß dargestellt.
  - „A" bedeutet Quittung (niedrig), „~A" bedeutet keine Quittung (hoch).

- Dekodierter Text wird am Ende des zugehörigen Frames abgeschnitten, wenn innerhalb der Frame-Begrenzungen nicht genügend Platz verfügbar ist.

- Pinkfarbene vertikale Leisten weisen darauf hin, dass Sie zur Ansicht der Dekodierung die horizontale Skalierung erweitern und den Vorgang erneut ausführen müssen.
- Rote Punkte in der Dekodierungszeile weisen darauf hin, dass weitere Daten angezeigt werden können. Führen Sie zur Ansicht der Daten einen Bildlauf durch oder erweitern Sie die horizontale Skalierung.
- Alias-Buswerte (unterabgetastete oder unbestimmte Werte) werden in Pink dargestellt.
- Unbekannte Buswerte (nicht definierte Werte oder Fehlerbedingungen) werden in Rot angezeigt.

Interpretieren von I2C-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der I2C-Auflister folgende Spalten:

- Neustart – wird durch ein „X" angezeigt.
- Adresse – in Blau für Schreibvorgänge und in Gelb für Lesevorgänge.
- Daten – Datenbytes.
- Fehlende Quitt. – „ X " , bei Fehlern hervorgehoben in Rot.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach I2C-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von I2C-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während I2C als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Suchmenü den Softkey **Suchen**; drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem das I2C-Signal dekodiert wird.
3. Drücken Sie **Suchen**. Wählen Sie anschließend aus folgenden Optionen aus:
   - **Neustart** – Wenn vor einer Stoppbedingung eine weitere Startbedingung eintritt.
   - **Adresse** – Findet ein Paket mit der angegebenen Adresse und ignoriert dabei den R/W-Bit.
   - **Adresse ohne Quittung** – Wenn die Quittung des ausgewählten Adressenfelds falsch ist. R/W-Bit wird ignoriert.
   - **Fehlende Quittung** – Wenn SDA-Daten sich während des Ack-SCL-Taktbits im Zustand HIGH befinden.
   - **EEPROM-Daten lesen** – Sucht nach dem EEPROM-Steuerbyte-Wert 1010xxx auf der SDA-Leitung, gefolgt von einem Lesebit (Read) und einem Quittungsbit (Ack). Anschließend wird nach dem Datenwert und dem Qualifizierer gesucht, die mit den Softkeys „Daten" und „Daten sind " vorgegeben wurden.
   - **Frame(Start:Address7:Read:Ack:Data)** – Findet einen Read-Frame auf der 17. Taktflanke, falls alle Bits im Muster den Vorgaben entsprechen.
   - **Frame(Start:Address7:Write:Ack:Data)** – Findet einen Write-Frame auf der 17. Taktflanke, falls alle Bits im Muster den Vorgaben entsprechen.

- **Frame(Start:Address7:Read:Ack:Data:Ack:Data2)** – Findet einen Read-Frame auf der 26. Taktflanke, falls alle Bits im Muster den Vorgaben entsprechen.
- **Frame(Start:Address7:Write:Ack:Data:Ack:Data2)** – Findet einen Write-Frame auf der 26. Taktflanke, falls alle Bits im Muster den Vorgaben entsprechen.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter "Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter "Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

Setup für SPI-Signale

Das Setup der Serial Peripheral Interface (SPI)-Signale besteht aus dem Verbinden des Oszilloskops mit einem Taktgeber, MOSI-Daten, MISO-Daten sowie einem Framing-Signal, anschließender Einstellung des Schwellenwertspannungspegels für jeden Eingangskanal und schließlich Angabe sonstiger Signalparameter.

Zum Einrichten des Oszilloskops für das Erfassen von SPI-Signalen verwenden Sie den Softkey **Signale**, der im Menü Seriell dekodieren angezeigt wird:

1. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
2. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.
3. Drücken Sie den Softkey **Modus**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **SPI** aus.
4. Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü SPI-Signale zu öffnen.

5. Drücken Sie den Softkey **Takt**, um das SPI-Takt zu öffnen.

Im Menü SPI-Takt:

a Drücken Sie dann zur Wahl des an die SPI-Serieller-Takt-Leitung angeschlossenen Kanals den Softkey **Takt** oder drehen Sie entsprechend am Eingabedrehknopf.

Die CLK-Bezeichnung für den Quellkanal wird automatisch zugewiesen.

b Drücken Sie den Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen des Grenzwert-Spannungspegels für das Taktsignal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

c Drücken Sie die Taste Steigung ( ) , um die ansteigende oder absteigende Flanke für die ausgewählte Taktquelle auszuwählen.

Dies bestimmt, welche Taktflanke das Oszilloskop zum Halten der seriellen Daten verwendet. Wenn **Info anzeigen** aktiviert ist, wird der aktuelle Status des Taktsignals in der Grafik angezeigt.

6 Drücken Sie den Softkey **MOSI** zum Aufrufen des Menüs SPI Master-Out Slave-In.

Menü SPI Master-Out Slave-In:

a Drücken Sie den Softkey **MOSI-Daten** und wählen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf den an die serielle SPI-Datenleitung angeschlossenen Kanal. (Falls der gewählte Kanal deaktiviert ist, aktivieren Sie ihn.)

Die MOSI-Bezeichnung für den Quellkanal wird automatisch zugewiesen.

b Drücken Sie den Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen des Grenzwert-Spannungspegels für das MOSI-Signal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

7 (Optional) Drücken Sie den Softkey **MISO** für den Aufruf des Menüs SPI Master-In Slave-Out.

Im SPI Master-In Slave-Out:

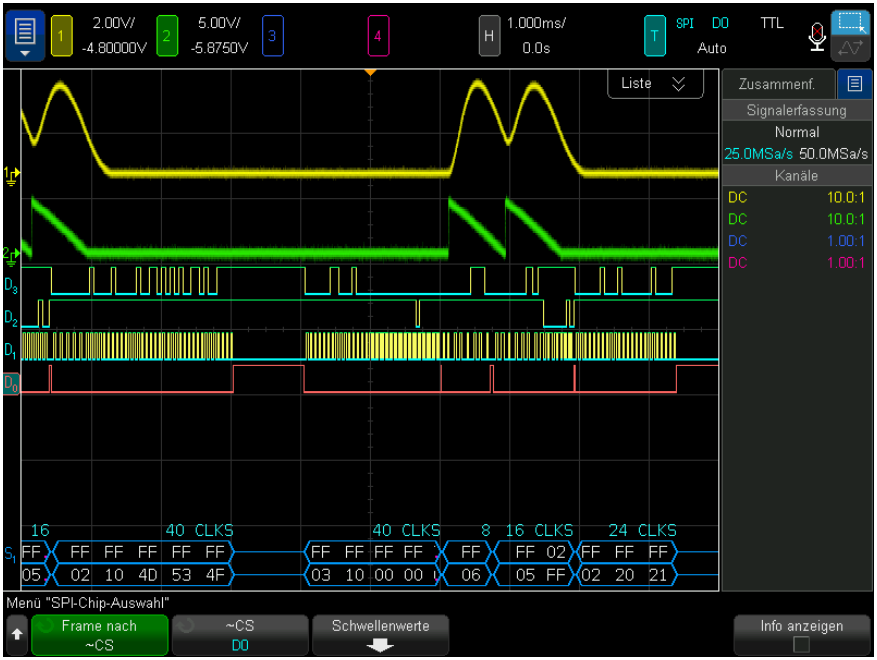
a Drücken Sie den Softkey **MISO-Daten** und wählen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf den an eine zweite serielle SPI-Datenleitung angeschlossenen Kanal. (Falls der gewählte Kanal deaktiviert ist, aktivieren Sie ihn.)

Die MISO-Bezeichnung für den Quellkanal wird automatisch zugewiesen.

b Drücken Sie den Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl des Grenzwert-Spannungspegels für das MISO-Signal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

8 Drücken Sie den Softkey **CS**, um das Menü SPI-Chip-Auswahl zu öffnen.



Im Menü SPI-Chip-Auswahl:

a Drücken Sie den Softkey **Frame nach** zur Auswahl eines Framing-Signals, dass das Oszilloskop zur Bestimmung der ersten Taktflanke im seriellen Strom verwendet.

Sie können das Oszilloskop anweisen, während eines hohen Chip-Freigabesignals (**CS**), eines niedrigen Chip-Freigabesignals (**~CS**: low Chip Select) oder nach Ablauf einer **Timeout**-Periode (bei Zeitüberschreitung), für die das Taktsignal inaktiv war, zu triggern.

- Wenn das Framing-Signal auf **CS** (oder **~CS**) eingestellt ist, dann ist das erste –gemäß Definition ansteigende oder abfallende –Taktsignal nach den CS- (bzw. ~CS)-Signalübergängen von niedrig zu hoch (oder hoch zu niedrig) der erste Takt im seriellen Strom.

  Chip-Auswahl – Drücken Sie den Softkey **CS** oder **~CS** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf den an die SPI-Frame-Leitung angeschlossenen Kanal. Die Bezeichnung (~CS oder CS) für den Quellkanal wird automatisch zugewiesen. Das Datenmuster und der Taktübergang

müssen während der Zeit auftreten bzw. erfolgen, in der das Datensignal, das die auszutaktenden Bits vorgibt, gültig ist. Das Framing-Signal muss für das gesamte Datenmuster gültig sein.

- Ist das Framing-Signal auf **Zeitüberschr.** gesetzt, erzeugt das Oszilloskop sein eigenes internes Framing-Signal, nachdem es Inaktivität auf der seriellen Taktleitung feststellt.

  Taktzeitüberschreitung – Wählen Sie **Taktzeitüberschreitung** im Softkey **Frame nach**, wählen Sie dann den Softkey **Zeitüberschr.** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf den minimalen Zeitraum ein, für den das Taktsignal inaktiv sein muss (keine Übergänge vollziehen darf), bevor das Oszilloskop nach dem Datenmuster sucht, an dem getriggert werden soll.

  Es sind beliebige Zeitüberschreitungswerte im Bereich von 100 ns bis 10 s zulässig.

Wenn Sie den Softkey **Frame nach** drücken, wechselt die Grafik **Info anzeigen** zur Anzeige der Zeitüberschreitungsauswahl oder des aktuellen Status des Chip-Auswahlsignals.

b Drücken Sie den Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen des Grenzwert-Spannungspegels für das Chip-Auswahlsignal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

Wenn **Info anzeigen** aktiviert ist, werden Informationen über die ausgewählten Signalquellen und ihre Grenzwert-Spannungspegel sowie ein Wellenformdiagramm angezeigt.

SPI-Triggern

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von SPI-Signalen finden Sie unter "Setup für SPI-Signale" auf Seite 493.

Nach dem Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von SPI-Signalen können Sie an einem Datenmuster triggern, das am Anfang eines Frames auftritt. Für den seriellen Datenstring kann eine Länge von 4 bis 32 Bit festgelegt werden.

Wenn Sie den SPI-Triggertyp wählen und **Info anzeigen** aktiviert ist, wird eine Grafik mit dem aktuellen Zustand des Frame-Signals, der Taktflanke und der Zahl der Datenbits sowie den Datenbitwerten angezeigt.

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Triggertyp**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) aus, an dem die SPI-Signale dekodiert werden.

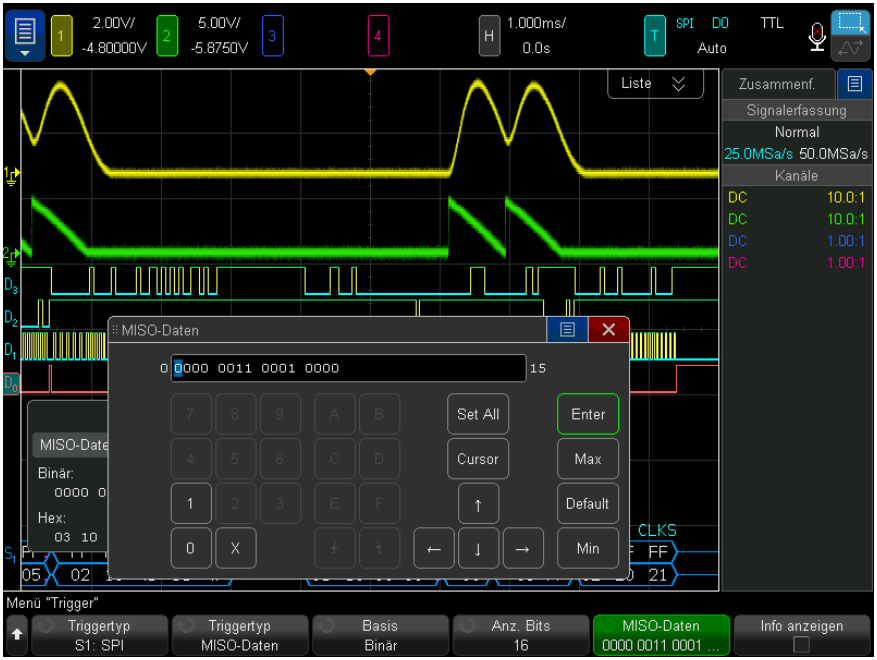
3 Drücken Sie den Softkey **Triggertyp**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf die Triggerbedingung:

- **Master-Out-, Slave-In (MOSI)-Daten** – zum Triggern am MOSI-Datensignal.
- **Master-In-, Slave-Out (MISO)-Daten** – zum Triggern am MISO-Datensignal.

4 Drücken Sie den Softkey **Anz. Bits** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die Anzahl der Bits (**Anz. Bits**) im seriellen Datenstring ein.

Für die Zahl der im String enthaltenen Bits kann ein beliebiger Wert von 4 bis 64 Bit gewählt werden. Die Datenwerte für den seriellen String werden im Wellenformbereich im MOSI/MISO-Datenstring angezeigt.

5 Drücken Sie den Softkey **MOSI-Daten** oder **MISO-Daten** und verwenden Sie das Tastaturdialogfeld für Binärzahlen, um die Bitwerte **0** (niedrig), **1** (hoch), oder **X** (beliebig) einzugeben.



Der Datenwert wird bei der Konfiguration des Triggers im Frame linksbündig ausgerichtet. Wenn die Option Base (Impulsboden) Hex lautet, repräsentiert die erste Ziffer die ersten 4 Bits nach dem Start des Frames, es folgen die verbleibenden Ziffern im Datenwert.

HINWEIS **Weitere Informationen zur SPI-Dekodierung finden Sie unter "SPI-Seriell Dekodieren" auf Seite 499.**

SPI-Seriell Dekodieren

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von SPI-Signalen finden Sie unter "Setup für SPI-Signale" auf Seite 493.

HINWEIS Informationen zum Setup für die SPI-Triggerung finden Sie unter "SPI-Triggern" auf Seite 497.

So stellen Sie SPI-Serielle Dekodierung ein:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Drücken Sie den Softkey **Wortgröße** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um die Bitanzahl in einem Wort auszuwählen.

3 Drücken Sie den Softkey **Bitfolge** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf. Dadurch wählen Sie Bitfolge, höchstwertiges Bit zuerst (MSB) oder niederwertigstes Bit zuerst (LSB) zur Verwendung bei der Anzeige von Daten in der seriellen Dekodierungswellenform und im Auflister.

4 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

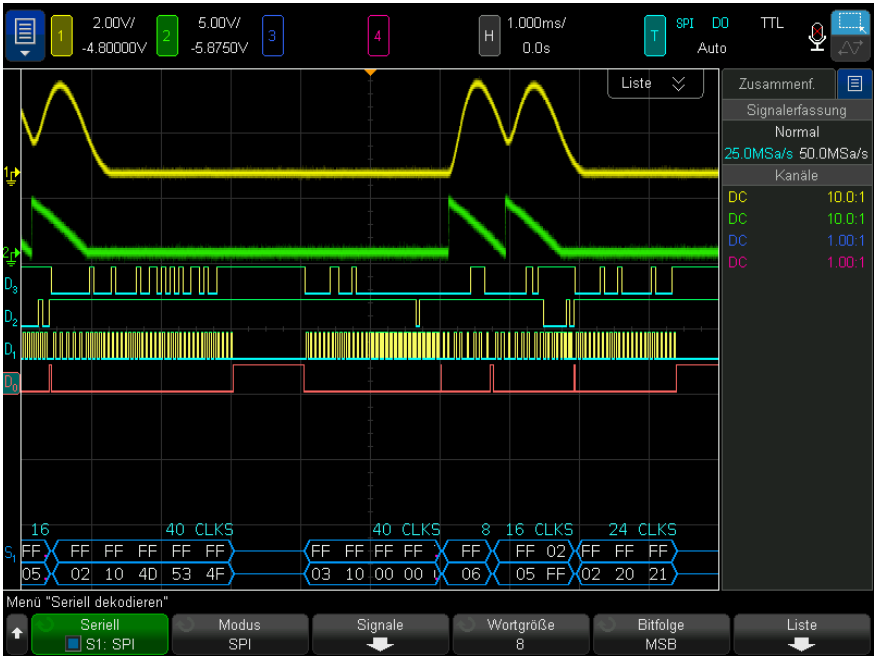
5 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das SPI-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die erfassten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren der SPI-Dekodierung" auf Seite 501
- "Interpretieren von SPI-Auflisterdaten" auf Seite 502
- "Suchen nach SPI-Daten im Auflister" auf Seite 503

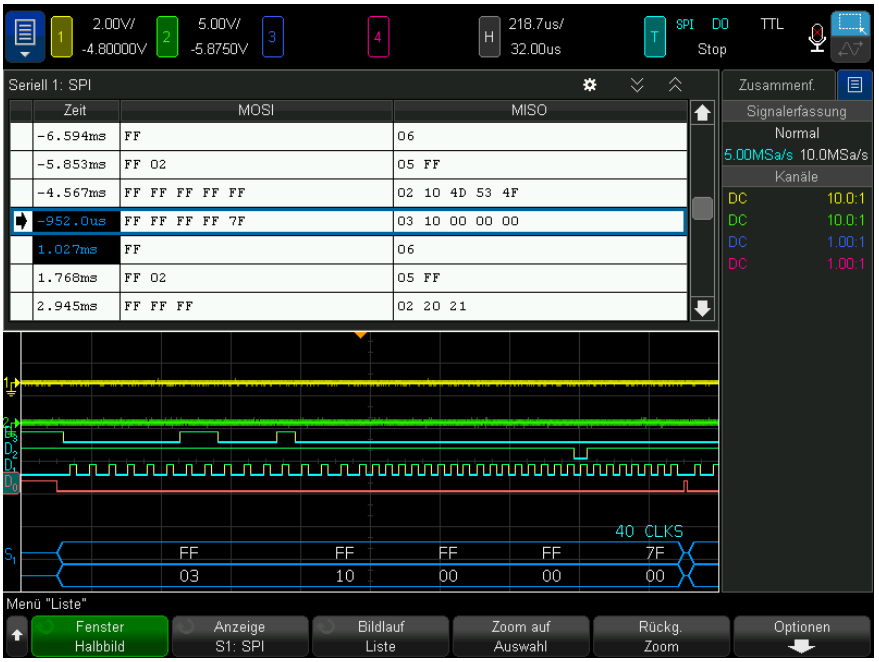
Interpretieren der SPI-Dekodierung



- Gewinkelte Wellenformen weisen einen aktiven Bus (in einem Paket/Frame) auf.
- Blaue Linien mittlerer Ebene stellen einen inaktiven Bus dar.
- Die Anzahl der Takte in einem Frame wird hellblau rechts über dem Frame angezeigt.
- Dekodierte hexadezimale Datenwerte werden in Weiß dargestellt.
- Dekodierter Text wird am Ende des zugehörigen Frames abgeschnitten, wenn innerhalb der Frame-Begrenzungen nicht genügend Platz verfügbar ist.
- Pinkfarbene vertikale Leisten weisen darauf hin, dass Sie zur Ansicht der Dekodierung die horizontale Skalierung erweitern und den Vorgang erneut ausführen müssen.
- Rote Punkte in der Dekodierungszeile weisen auf nicht angezeigte Daten hin. Scrollen oder erweitern Sie die horizontale Skalierung zur Ansicht der Informationen.

- Alias-Buswerte (unterabgetastete oder unbestimmte Werte) werden in Pink dargestellt.
- Unbekannte Buswerte (nicht definierte Werte oder Fehlerbedingungen) werden in Rot angezeigt.

Interpretieren von SPI-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der SPI-Auflister folgende Spalten:

- Daten – Datenbytes (MOSI und MISO).

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach SPI-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von SPI-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während SPI als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Menü „Suchen" den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die SPI-Signale dekodiert werden.
3. Drücken Sie **Suchen nach:**. Wählen Sie anschließend aus folgenden Optionen aus:
   - **Master-Out-, Slave-In (MOSI)-Daten** – zum Suchen der MOSI-Daten.
   - **Master-In-, Slave-Out (MISO)-Daten** – zum Suchen der MISO-Daten.
4. Wählen Sie im Menü SPI-Bits-Suche den Softkey **Wörter**, um die Anzahl der Wörter im Datenwert anzugeben; geben Sie dann mithilfe der übrigen Softkeys die hexadezimalen Digitalwerte ein.
5. Drücken Sie den Softkey **Daten** und verwenden Sie das Tastaturdialogfeld, um den hexadezimalen Datenwert einzugeben.

   Das Suchmuster wird im Paket stets linksbündig ausgerichtet. Wenn Sie einen Wert im zweiten oder in einem höheren Wort suchen möchten, erhöhen Sie den Zähler **Wörter** und geben "beliebig" ('X') für die früheren Wörter ein.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste [Navigate] Navig. und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

29 I2S-Triggerung und Serielle Dekodierung

Setup für I2S-Signale / 505
I2S-Triggerung / 508
I2S-Seriell Dekodieren / 511

I2S-Triggerung und das serielle Dekodieren erfordern die Option AUDIO oder das Upgrade DSOX6AUDIO.

HINWEIS **Es kann immer nur ein serieller I2S-Bus auf einmal dekodiert werden.**

Setup für I2S-Signale

I^2S-Signal-Setups (Inter-IC Sound oder Integrated Interchip Sound) erfordern, das Oszilloskop an die Serial-Clock-, Wortauswahl- und Serial-Data-Leitungen anzuschließen und dann die Schwellenwertspannungspegel des Eingangssignals anzugeben.

So richten Sie das Oszilloskop für die Erfassung von I2S-Signalen ein:

1. Drücken Sie **[Label] Bez.**, um Bezeichnungen zu aktivieren.
2. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
3. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.

4 Drücken Sie den Softkey **Modus**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **I2S** aus.

5 Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü I^2S-Signale zu öffnen.

6 Für die Signale SCLK (serielle Uhr), WS (word select) und SDATA (serielle Daten):

a Schließen Sie einen Oszilloskopkanal an das Signal im Messobjekt an.

b Drücken Sie auf einen der Softkeys **SCLK**, **WS** oder **SDATA** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den Kanal für das Signal auszuwählen.

c Drücken Sie den entsprechenden Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zur Auswahl des Grenzwert-Spannungspegels für das Signal.

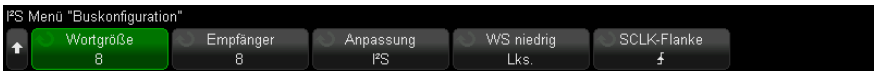
Legen Sie die Grenzwertpegel für die SCLK-, WS- und SDATA-Signale auf das Mittel des Signals fest.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

Die SCLK-, WS- und SDATA-Bezeichnungen für die Quellkanäle werden automatisch festgelegt.

7 Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum Menü Seriell dekodieren zurückzukehren.

8 Drücken Sie den Softkey **Bus-Konfig.**, um das Menü I^2S Buskonfiguration zu öffnen und ein Diagramm anzuzeigen, in dem WS-, SCLK- und SDATA-Signale für die aktuell angegebene Buskonfiguration dargestellt sind.

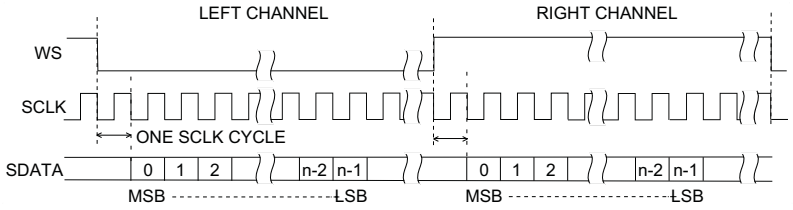


9 Drücken Sie den Softkey **Wortgröße**. Drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Senderwortlänge des zu testenden Geräts anzugleichen (von 4 bis 32 Bits).

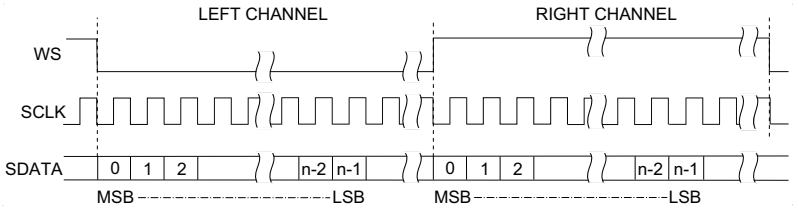
10 Drücken Sie den Softkey **Empfänger**. Drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Empfängerwortlänge des zu testenden Geräts anzugleichen (von 4 bis 32 Bits).

11 Drücken Sie den Softkey **Anpassung** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um die gewünschte Anpassung des Datensignals (SDATA) auszuwählen. Das Diagramm in der Anzeige ändert sich mit Ihrer Auswahl.

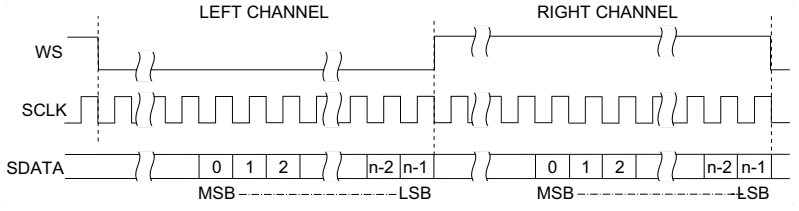
Standardanpassung – MSB der Daten für jede Abtastung wird zuerst gesendet, LSB wird zuletzt gesendet. Das MSB erscheint in der SDATA-Zeile einen Bittakt nach der Flanke des WS-Übergangs.



Linksbündig – Datenübermittlung (zuerst MSB) beginnt an der Flanke des WS-Übergangs (ohne 1 Bit-Verzögerung, welche das Standardformat benutzt).

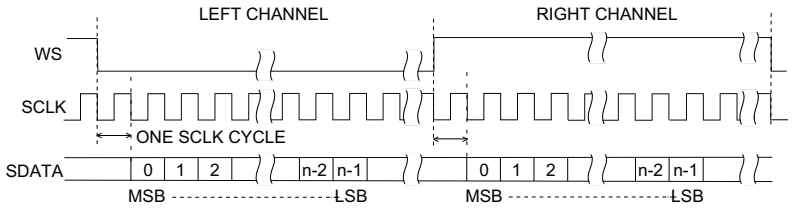


Rechtsbündig – Datenübertragung (zuerst MSB) wird rechtsbündig zum Übergang der WS gesetzt.

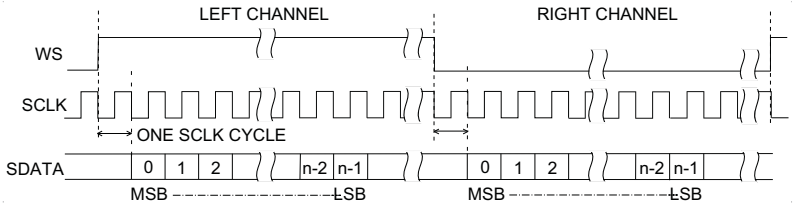


12 Drücken Sie den Softkey **WS niedrig** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um auszuwählen, ob „WS niedrig" die Kanaldaten „Links" (Lks.) oder „Rechts" (Re.) anzeigt. Das Diagramm in der Anzeige ändert sich mit Ihrer Auswahl.

WS Niedrig = Linker Kanal – Daten des linken Kanals entsprechen WS=niedrig; Daten des rechten Kanals entsprechen WS=hoch. WS niedrig=Links ist die WS-Standardeinstellung des Oszilloskops.



WS Niedrig = Rechter Kanal – Daten des rechten Kanals entsprechen WS=niedrig; Daten des linken Kanals entsprechen WS=hoch.



13 Drücken Sie den Softkey **SCLK Flanke** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um die SCLK-Flanke auszuwählen, auf der die Daten im zu testenden Gerät getaktet werden: entweder ansteigend oder abfallend. Das Diagramm in der Anzeige ändert sich mit Ihrer Auswahl.

I2S-Triggerung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von I^2S-Signalen finden Sie unter "Setup für I2S-Signale" auf Seite 505.

Nachdem Sie das Oszilloskop für das Erfassen von I^2S-Signalen eingestellt haben, können Sie auf einen Datenwert triggern.

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die I2S-Signale dekodiert werden.

3 Drücken Sie den Softkey **Trigger-Setup**, um das Menü "I2S-Trigger" zu öffnen.

4 Drücken Sie den Softkey **Audio** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um zu wählen, dass getriggert wird, wenn Kanalereignisse **Links**, **Rechts** oder auf beiden Kanälen (**Beide**) auftreten.

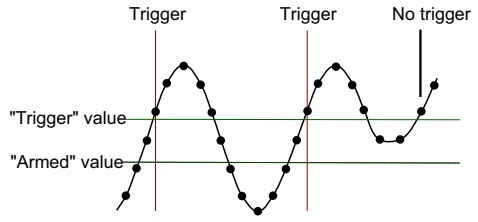
5 Drücken Sie den Softkey **Trigger** und wählen Sie einen Qualifizierer:

- **Gleich** – triggert auf das angegebene Datenwort des Audiokanals, wenn es dem angegebenen Wort gleicht.
- **Ungleich** – triggert auf jedem Wort, das sich vom angegebenen Wort unterscheidet.
- **Kleiner als** – triggert, wenn das Datenwort des Kanals kürzer ist als der angegebene Wert.
- **Größer als** – triggert, wenn das Datenwort des Kanals länger ist als der angegebene Wert.
- **Im Bereich** – oberen und unteren Wert angeben, um den Triggerbereich anzugeben.
- **Außerhalb d. Bereichs** – oberen und unteren Wert eingeben, um den Bereich anzugeben, in dem nicht getriggert werden soll.

- **Ansteigender Wert** – triggert, wenn der Datenwert im Laufe der Zeit ansteigt und der angegebene Wert erreicht oder überwschritten wird. **Trigger >=** auf den Datenwert einstellen, der erreicht werden muss. **Bereit <=** auf den Wert einstellen, auf den die Daten fallen müssen, bevor das Triggersystem wieder bereit gemacht wird (für erneute Triggerung). Diese Einstellungen werden im aktuellen Menü vorgenommen, wenn **BasisDezimal** ist und im Untermenü Bits, wenn die **BasisBinär** ist. Die Steuerung „Bereit" verringert Triggerungen aufgrund von Rauschen.

  Diese Triggerbedingung ist am besten zu verstehen, wenn man sich vorstellt, dass die über den I2S-Bus übertragenen digitalen Daten eine analoge Wellenform darstellen. Die Abbildung unten stellt einen Graphen mit Beispieldaten dar, die für einen Kanal über einen I2S-Bus übertragen wurden. In diesem Beispiel triggert das Oszilloskop an den zwei angezeigten Punkten, da zwei Instanzen vorhanden sind, in denen der Datenwert von unter (oder auf) dem Wert für „Bereit" bis hin zu einem Wert größer als (oder gleich) dem angegebenen Triggerwert steigen.

  Wenn Sie für „Bereit" den gleichen oder einen größeren Wert als für „Trigger" wählen, wird der Wert für „Trigger" erhöht, damit er stets größer als der Wert für „Bereit " ist.



- **Sinkender Wert** – ähnlich der oberen Beschreibung, nur dass der Trigger bei sinkendem Datenwortwert auslöst, und der Wert für „Bereit" der Wert ist, auf den der Datenwert steigen muss, damit der Trigger erneut aktiviert wird.

6 Drücken Sie den Softkey **Basis** und wählen Sie eine Zahlenbasis zum Eingeben der Datenwerte:

- **Binär (Zweierkomplement)**.

  Wenn Binär ausgewählt ist, erscheint der Softkey **Bits**. Dieser Softkey öffnet das Menü I2S Bits zum Eingeben der Datenwerte.

Wenn der Triggerqualifizierer ein Wertepaar erfordert (z. B. bei Im Bereich, Außerhalb d. Bereichs, Ansteigender oder Sinkender Wert), können Sie mit dem ersten Softkey im Menü I2S Bits den Wert des Paares auswählen.

Drücken Sie im Menü I2S Bits den Softkey **Bit** und drehen Sie den Eingabeknopf, um jedes Bit auszuwählen. Stellen Sie dann mit dem Softkey **0 1 X** jeden Bitwert auf „0", „1" oder „beliebig". Sie können den Softkey **Alle Bits einst.** verwenden, um alle Bits auf den Wert einzustellen, der auf dem Softkey **0 1 X** ausgewählt wurde. Werte des Typs beliebig sind nur mit den Qualifizierern Gleich oder Ungleich zulässig.

- **Dezimal mit Vorzeichen**.

  Wenn die Option Dezimal ausgewählt ist, können Sie mit den Softkeys rechts und dem Eingabedrehknopf Dezimalwerte eingeben. Diese Softkeys können abhängig vom ausgewählten Triggerqualifizierer **Daten**, **<**, **>** oder **Grenzwert** sein.

HINWEIS Wenn über die Einstellungen kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das I2S-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

HINWEIS Informationen zur Anzeige der seriellen I2S-Dekodierung finden Sie unter “I2S-Seriell Dekodieren" auf Seite 511.

I2S-Seriell Dekodieren

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von I2S-Signalen finden Sie unter “Setup für I2S-Signale" auf Seite 505.

HINWEIS Informationen zum Setup für die I2S-Triggerung finden Sie unter “I2S-Triggerung" auf Seite 508.

So stellen Sie I2S-serielle Dekodierung ein:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Drücken Sie den Softkey **Basis**, um die Zahlenbasis auszuwählen, in der die dekodierten Daten angezeigt werden sollen.

3 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

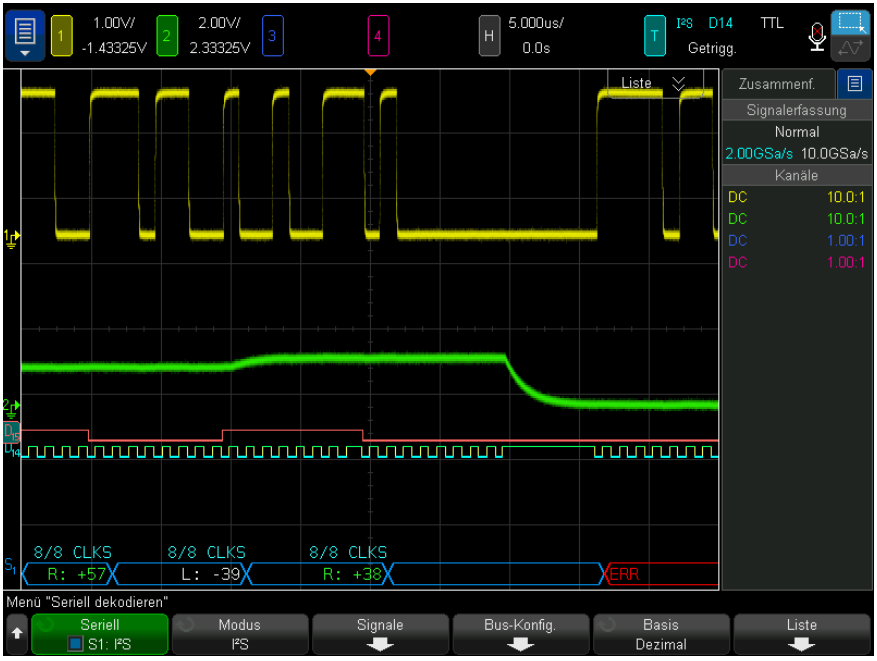
4 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS **Wenn über die Einstellungen kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das I2S-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste [Mode/Coupling] Modus/Kopplung und anschließend den Softkey Modus, um den Triggermodus von Auto auf Normal zu stellen.**

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die erfassten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren von I2S-Dekodierung" auf Seite 513
- "Interpretieren von I2S-Auflisterdaten" auf Seite 514
- "Suchen nach I2S-Daten im Auflister" auf Seite 515

Interpretieren von I2S-Dekodierung

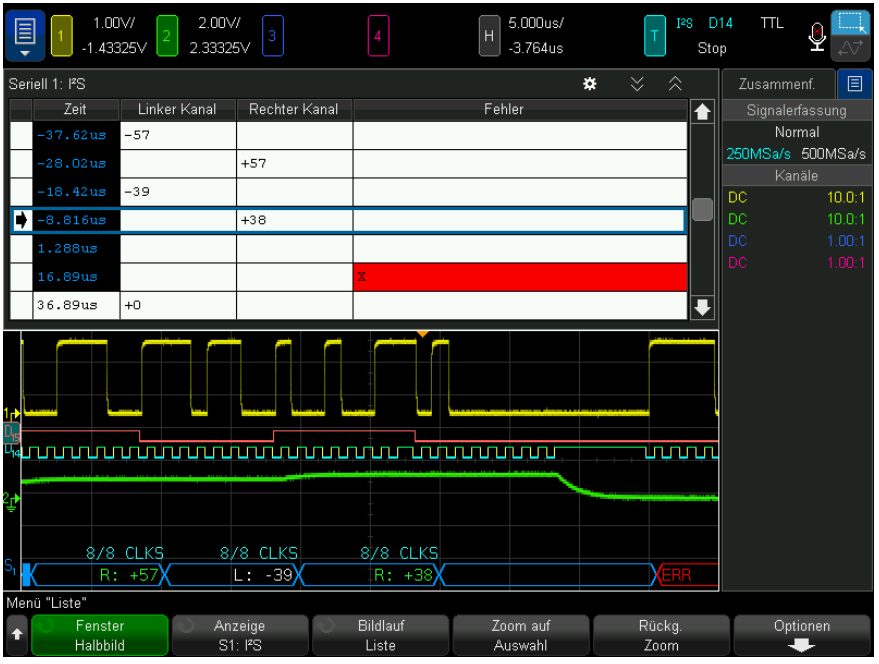


- Gewinkelte Wellenformen weisen einen aktiven Bus (in einem Paket/Frame) auf.
- Blaue Linien mittlerer Ebene stellen einen inaktiven Bus dar.
- In den dekodierten Daten:
  - Datenwerte des rechten Kanals werden in grün mit dem Buchstaben „R:" angezeigt.
  - Datenwerte des linken Kanals werden in weiß mit dem Buchstaben „L:" angezeigt.
  - Dekodierter Text wird am Ende des zugehörigen Frames abgeschnitten, wenn innerhalb der Frame-Begrenzungen nicht genügend Platz verfügbar ist.
- Pinkfarbene vertikale Leisten weisen darauf hin, dass Sie zur Ansicht der Dekodierung die horizontale Skalierung erweitern und den Vorgang erneut ausführen müssen.

- Rote Punkte in der Dekodierungszeile weisen darauf hin, dass weitere Daten angezeigt werden können. Führen Sie zur Ansicht der Daten einen Bildlauf durch oder erweitern Sie die horizontale Skalierung.
- Alias-Buswerte (unterabgetastete oder unbestimmte Werte) werden in Pink dargestellt.
- Unbekannte Buswerte (nicht definierte Werte oder Fehlerbedingungen) werden in Rot angezeigt.

HINWEIS **Wenn die Empfängerwortlänge größer ist als die Senderwortlänge, füllt der Dekoder die niederwertigsten Bits mit Nullen, und der dekodierte Wert stimmt nicht mit dem Triggerwert überein.**

Interpretieren von I2S-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der I2S-Auflister folgende Spalten:

- Linker Kanal – zeigt die Daten des linken Kanals an.

- Rechter Kanal – zeigt die Daten des rechten Kanals an.
- Fehler – werden rot hervorgehoben und mit einem „X" gekennzeichnet.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach I2S-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von I2S-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während I2S als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Menü Suchen den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die I2S-Signale dekodiert werden.
3. Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen** und wählen Sie dann aus folgenden Optionen aus:
   - **= (Gleich)** – findet das angegebene Datenwort des Audiokanals, wenn es dem angegebenen Wort gleicht.
   - **!= (Ungleich)** – findet jedes Wort, das sich vom angegebenen Wort unterscheidet.
   - **< (Kleiner als)** – findet, wenn das Datenwort des Kanals kürzer ist als der angegebene Wert.
   - **> (Größer als)** – findet, wenn das Datenwort des Kanals länger ist als der angegebene Wert.
   - **>< (Im Bereich)** – Obere und untere Werte zum Angeben des gesuchten Bereichs eingeben.
   - **<> (Außerhalb d. Bereichs)** – Obere und untere Werte zum Angeben des nicht gesuchten Bereichs eingeben.
   - **Fehler** – findet alle Fehler.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

30 MIL-STD-1553/ARINC 429 – Triggerung und serielle Dekodierung

Einrichtung für MIL-STD-1553-Signale / 517
MIL-STD-1553-Triggerung / 519
MIL-STD-1553 – Serielle Dekodierung / 520
Konfiguration für ARINC 429-Signale / 525
ARINC 429-Triggerung / 527
ARINC 429 – Serielle Dekodierung / 528

MIL-STD-1553/ARINC 429-Triggerung und serielle Dekodierung erfordert die AERO-Option oder das DSOX6AERO-Upgrade.

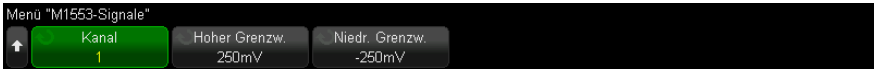
Die MIL-STD-1553-Trigger-/Dekodierungslösung unterstützt zweiphasige MIL-STD-1553-Signale durch die Zwei-Schwellenwerte-Triggerung. Die Lösung unterstützt die 1553 Manchester II-Standardkodierung, Datenraten von 1 Mb/s und Wortlängen von 20 Bits.

Einrichtung für MIL-STD-1553-Signale

Bei der Einrichtung von MIL-STD-1553-Signalen muss das Oszilloskop zunächst unter Verwendung einer aktiven Differentialmesssonde (empfohlen wird die Keysight N2791A-Differentialmesssonde) mit einem seriellen MIL-STD-1553-Signal verbunden werden. Dabei werden die Signalquelle sowie die Schwellenwertpegel für den oberen und unteren Trigger angegeben.

So richten Sie das Oszilloskop für die Erfassung von MIL-STD-1553-Signalen ein:

1. Drücken Sie **[Label] Bez.**, um Bezeichnungen zu aktivieren.
2. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
3. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.
4. Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie anschließend den **MIL-STD-1553**-Dekodierungsmodus.
5. Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das MIL-STD-1553-Signalmenü zu öffnen.



6. Drücken Sie den Softkey **Quelle**, um den mit der MIL-STD-1553-Signalleitung verbundenen Kanal auszuwählen.

   Das Label für den MIL-STD-1553-Quellkanal wird automatisch zugewiesen.

7. Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum Menü Seriell dekodieren zurückzukehren.
8. Drücken Sie den Softkey **Auto-Setup**, um die folgenden Schritte auszuführen:
   - Festlegen des Tastkopfdämpfungsfaktors des Eingangsquellenkanals auf 10:1.
   - Festlegen des oberen und unteren Schwellenwerts auf einen Spannungswert, der einer ±1/3-Division gleicht (basierend auf der aktuellen V/div-Einstellung).
   - Deaktivieren der Trigger-Rauschunterdrückung.
   - Aktivieren der seriellen Dekodierung.
   - Festlegen des Triggertyps auf MIL-1553.
9. Wenn die unteren und oberen Schwellenwerte über **Auto-Setup** nicht ordnungsgemäß festgelegt werden, drücken Sie den Softkey **Signale**, um in das MIL-STD-1553-Signalmenü zurückzukehren. Gehen Sie anschließend wie folgt vor:
   - Drücken Sie den Softkey **Hohe Schwellenspannung** und drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Schwellenwertpegel für den hohen Trigger festzulegen.

- Drücken Sie den Softkey **Niedrige Schwellenspannung** und drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Schwellenwertpegel für den niedrigen Trigger festzulegen.

Die Schwellenwertspannungspegel werden bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

MIL-STD-1553-Triggerung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung eines MIL-STD-1553-Signals finden Sie unter "Einrichtung für MIL-STD-1553-Signale" auf Seite 517.

So richten Sie einen MIL-STD-1553-Trigger ein:

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem das MIL-STD-1553-Signal dekodiert wird.

3 Drücken Sie den Softkey **Trigger**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf die Triggerbedingung:

- **Datenwortbeginn** – Triggert bei Beginn eines Datenworts (am Ende des gültigen Daten-Sync-Impulses).
- **Datenwortende** – Triggert am Ende eines Datenworts.
- **Befehls-/Statuswortbeginn** – Triggert bei Beginn des Befehls-/Statusworts (am Ende des gültigen C/S-Sync-Impulses).
- **Befehls-/Statuswortende** – Triggert am Ende eines Befehls-/Statusworts.
- **Remote-Terminal-Adresse** – Triggert, wenn RTA des Befehls-/Statusworts dem angegebenen Wert entspricht.

Bei Auswahl dieser Option wird der Softkey **RTA** aktiviert, sodass Sie den hexadezimalen Remote-Terminal-Adresswert für den Trigger auswählen können. Bei Auswahl von 0xXX (beliebig) triggert das Oszilloskop bei jeder RTA.

- **Remote-Terminal-Adresse + 11 Bits** – Triggert, wenn RTA und die letzten 11 Bits den angegebenen Kriterien entsprechen.

  Bei Auswahl dieser Option werden die folgenden Softkeys aktiviert:

  - Über den Softkey **RTA** kann der hexadezimale Remote-Terminal-Adresswert ausgewählt werden.
  - Der Softkey **Bit-Zeiten** ermöglicht die Angabe der Bit-Zeit-Positionswerte mithilfe eines Tastaturdialogfelds für Binärzahlen, um die Bitwerte **0** (niedrig), **1** (hoch), oder **X** (beliebig) einzugeben.
- **Paritätsfehler** – Triggert bei falschem (ungeradem) Paritätsbit für die Daten im Wort.
- **Sync-Fehler** – Triggert bei ungültigem Sync-Impuls.
- **Manchester-Fehler** – Triggert bei einem Manchester-Kodierungsfehler.

HINWEIS Informationen zur MIL-STD-1553-Dekodierung finden Sie unter "MIL-STD-1553 – Serielle Dekodierung" auf Seite 520.

MIL-STD-1553 – Serielle Dekodierung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von MIL-STD-1553-Signalen finden Sie unter "Einrichtung für MIL-STD-1553-Signale" auf Seite 517.

HINWEIS Informationen zur Konfiguration der MIL-STD-1553-Triggerung finden Sie unter "MIL-STD-1553-Triggerung" auf Seite 519.

So richten Sie die serielle MIL-STD-1553-Dekodierung ein:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Verwenden Sie den Softkey **Basis**, um zwischen hexadezimaler und binärer Anzeige der dekodierten Daten zu wählen.

   Die Basiseinstellung dient der Anzeige der Remote-Terminal-Adresse und der Daten in der Dekodierungszeile und im Auflister.

3 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

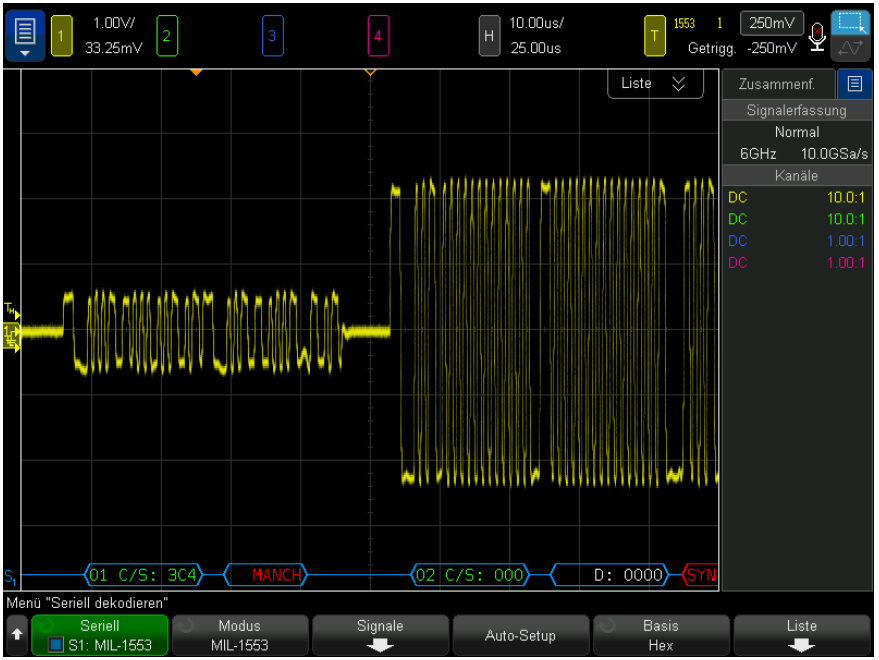
4 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die dekodierten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren der MIL-STD-1553-Dekodierung" auf Seite 521
- "Interpretieren von MIL-STD-1553-Auflisterdaten" auf Seite 523
- "Suchen nach MIL-STD-1553-Daten im Auflister" auf Seite 524

Interpretieren der MIL-STD-1553-Dekodierung

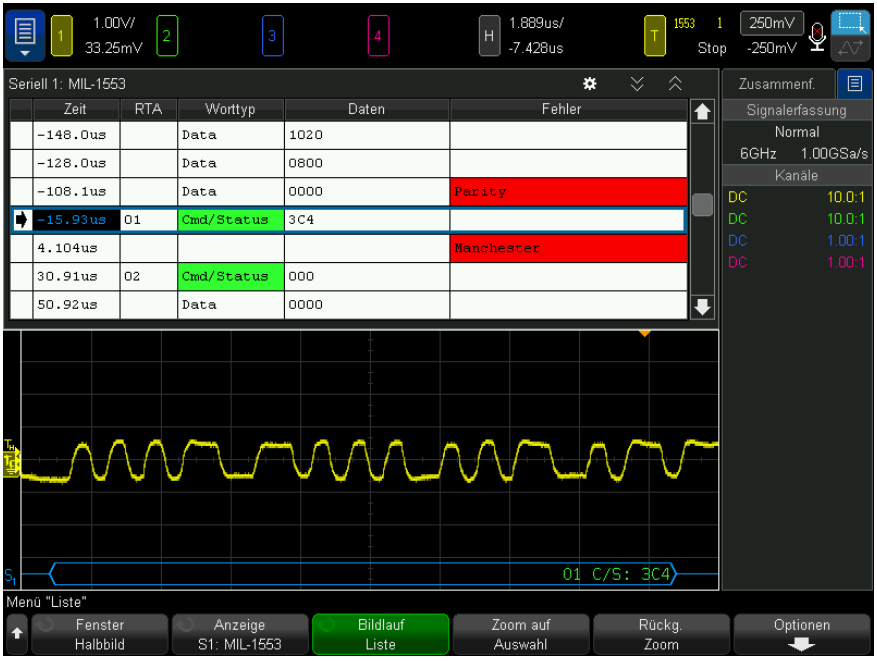
Um Informationen zur seriellen Dekodierung anzuzeigen, drücken Sie nach der Aktivierung der seriellen Dekodierung auf **[Run] Ausführen** oder **[Single] Einzeln**.



Im Folgenden sehen Sie die Farbkodierung der MIL-STD-1553-Dekodierungsanzeige:

- Dekodierte Befehls- und Statusdaten sind grün, die Remote-Terminal-Adresse (5 Datenbits) wird zuerst angezeigt, anschließend der Text „C/S:", auf den der Wert der letzten 11 Bits eines Befehls-/Statusworts folgt.
- Das dekodierte Datenwort ist weiß mit dem vorangestellten Text „D:".
- Bei Befehls-/Status- oder Datenwörtern mit einem Paritätsfehler wird der dekodierte Text rot statt grün oder weiß angezeigt.
- SYNC-Fehler werden mit „SYNC" in roten Klammern angezeigt.
- Manchester-Kodierungsfehler werden mit „MANCH" in blauen Klammern angezeigt (blau statt rot, da das Wort mit gültigem Sync-Impuls beginnt).

Interpretieren von MIL-STD-1553-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der MIL-STD-1553-Auflister folgende Spalten:

- RTA – Zur Anzeige der Remote-Terminal-Adresse für Befehls-/Statuswörter, keine Angabe für Datenwörter.
- Worttyp – „Cmd/Status" für Befehls-/Statuswörter, „Daten" für Datenwörter. Bei Befehls-/Statuswörtern ist die Hintergrundfarbe passend zur Farbe des dekodierten Texts grün.
- Daten – Die 11 Bits nach der RTA für Befehls-/Statuswörter oder die 16 Bits eines Datenworts.
- Fehler – Synchronisierungs-, Paritäts- oder Manchester-Fehler. Die Hintergrundfarbe ist rot, um auf einen Fehler hinzuweisen.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach MIL-STD-1553-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von MIL-STD-1553-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während MIL-STD-1553 als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Menü Suchen den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem das MIL-STD-1553-Signal dekodiert wird.
3. Drücken Sie **Suchen**. Wählen Sie anschließend aus folgenden Optionen aus:
   - **Datenwortbeginn** – Findet den Beginn des Datenworts (am Ende des gültigen Daten-Sync-Impulses).
   - **Befehls-/Statuswortbeginn** – Findet den Beginn des Befehls-/Statusworts (am Ende des gültigen C/S-Sync-Impulses).
   - **Remote-Terminal-Adresse** – Findet das Befehls-/Statuswort, dessen RTA dem angegebenen Wert entspricht. Dieser Wert ist ein Hex-Wert.

     Bei Auswahl dieser Option wird der Softkey **RTA** aktiviert, sodass Sie den hexadezimalen Remote-Terminal-Adresswert auswählen können, nach dem gesucht werden soll.
   - **Remote-Terminal-Adresse + 11 Bits** – Findet die RTA und die letzten 11 Bits, die den angegebenen Kriterien entsprechen.

     Bei Auswahl dieser Option werden die folgenden Softkeys aktiviert:
     - Über den Softkey **RTA** kann der hexadezimale Remote-Terminal-Adresswert ausgewählt werden.
     - Über den Softkey **Bit-Zeit** kann die Bit-Zeit ausgewählt werden.
     - Über den Softkey **0 1 X** kann die Bit-Zeit auf 1, 0 oder X (beliebig) festgelegt werden.
   - **Paritätsfehler** – Findet (ungerade) Paritätsbits, die für die Daten im Wort falsch sind.
   - **Sync-Fehler** – Findet ungültige Sync-Impulse.
   - **Manchester-Fehler** – Findet Manchester-Kodierungsfehler.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter "Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter "Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

Konfiguration für ARINC 429-Signale

Bei der Konfiguration muss das Oszilloskop zunächst unter Verwendung einer aktiven Differentialmesssonde (empfohlen wird die Keysight N2791A-Differentialmesssonde) mit einem ARINC 429-Signal verbunden werden. Anschließend werden über das Signalmenü die Signalquelle, die Schwellenwertpegel für den oberen und unteren Trigger, die Signalgeschwindigkeit sowie die Signalart angegeben.

So richten Sie das Oszilloskop für die Erfassung von ARINC 429-Signalen ein:

1 Drücken Sie **[Serial] Seriell**.

2 Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.

3 Drücken Sie den Softkey **Modus**; anschließend wählen Sie den Dekodierungsmodus **ARINC 429**.

4 Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü ARINC 429-Signale zu öffnen.

5 Drücken Sie **Quelle**. Wählen Sie anschließend den Kanal für das ARINC 429-Signal.

Das Label für den ARINC 429-Quellkanal wird automatisch zugewiesen.

6 Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das ARINC 429-Menü Geschwindigkeit zu öffnen.

7 Drücken Sie im ARINC429-Menü Geschwindigkeit den Softkey **Geschwindigkeit** und geben Sie die Geschwindigkeit des ARINC 429-Signals ein:

- **Hoch**– 100 kb/s.
- **Niedrig**– 12,5 kb/s.
- Ist **Benutzerdefiniert** ausgewählt, kann mit dem Softkey **Ben.-Baud** die Baudrate angegeben werden.

8 Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum ARINC 429-Signalmenü zurückzukehren.

9 Drücken Sie den Softkey **Signaltyp** und geben Sie den Signaltyp des ARINC 429-Signals ein:

- **Leitung A (nicht inv.)**.
- **Leitung B (invertiert)**.
- **Differential (A-B)**.

10 Drücken Sie den Softkey **Auto-Setup**, um diese Optionen automatisch zum Dekodieren und Triggern auf ARINC 429-Signalen einzustellen:

- Schwellenwert für hohen Trigger: 3.0 V.
- Schwellenwert für niedrigen Trigger: -3.0 V.
- Rauschunterdrückung: Aus.
- Tastkopfdämpfung: 10.0.
- Vertikale Skalierung: 4 V/Div.
- Seriell dekodieren: Ein.
- Basis: Hex.
- Wortformat Label/SDI/Daten/SSM.
- Trigger: aktuell aktiver serieller Bus.
- Triggermodus: Wortbeginn.

11 Wenn die hohen und niedrigen Schwellenwerte über **Auto-Setup** nicht ordnungsgemäß festgelegt werden, gehen Sie wie folgt vor:

- Drücken Sie den Softkey **Hohe Schwellenspannung** und drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Schwellenwertpegel für den hohen Trigger festzulegen.
- Drücken Sie den Softkey **Niedrige Schwellenspannung** und drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Schwellenwertpegel für den niedrigen Trigger festzulegen.

Die Schwellenwertspannungspegel werden bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

ARINC 429-Triggerung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung eines ARINC 429-Signals finden Sie unter "Konfiguration für ARINC 429-Signale" auf Seite 525.

Führen Sie nach dem Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung eines ARINC 429-Signals folgende Schritte aus:

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem das ARINC 429--Signal dekodiert wird.

3 Drücken Sie den Softkey **Trigger:**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um die Triggerbedingung auszuwählen:

- **Wortbeginn** – Triggert bei Beginn eines Worts.
- **Wortende** – Triggert am Ende eines Worts.
- **Label** – Triggert beim angegebenen Labelwert.
- **Label + Bits** – Triggert beim Label und den weiteren Wortfeldern wie angegeben.
- **Labelbereich** – Triggert bei einem Label, das in einem Min-/Max-Bereich folgt.
- **Paritätsfehler** – Triggert bei Worten mit einem Paritätsfehler.
- **Wortfehler** – Triggert bei einem wortinternen Kodierungsfehler.
- **Zeitspannenfehler** – Triggert bei einem wortinternen Zeitspannenfehler.
- **Wort- oder Zeitspannenfehler** – Triggert bei einem Wort- oder Zeitspannenfehler.
- **Alle Fehler** – Triggert bei allen oben genannten Fehlern.

- **Alle Bits (Auge)** – Triggert bei einem Bit, welches deshalb ein Augendiagramm bildet.
- **Alle 0-Bits** – Triggert bei allen Bits mit dem Wert null.
- **Alle 1-Bits** – Triggert bei allen Bits mit dem Wert eins.

4 Bei Auswahl der Bedingung **Label** oder **Label + Bits** verwenden Sie den Softkey **Label**, um den Labelwert anzugeben.

Labelwerte werden immer als Oktalzahl angezeigt.

5 Bei Auswahl der Bedingung **Label + Bits** verwenden Sie den Softkey **Bits** und das Untermenü, um die Bitwerte auszuwählen:

Drücken Sie die Softkeys **Daten**, **SSM**, und/oder **SSM**, um den Bit-Wert 0, 1 oder X (beliebig) auszuwählen.

Eine Auswahl von SDI oder SSM ist abhängig von der Auswahl des Wortformats im Menü Seriell dekodieren gegebenenfalls nicht möglich.

6 Bei Auswahl der Bedingung **Labelbereich** verwenden Sie die Softkeys **Label Min** und **Label Max**, um die äußeren Werte des Bereichs festzulegen.

Labelwerte werden immer als Oktalzahl angezeigt.

Mit dem Modus **Zoom** können Sie leichter durch die dekodierten Daten navigieren.

HINWEIS Informationen zur Anzeige der seriellen ARINC 429-Dekodierung finden Sie unter "ARINC 429 – Serielle Dekodierung" auf Seite 528.

ARINC 429 – Serielle Dekodierung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für das Erfassen von ARINC 429-Signalen finden Sie unter "Konfiguration für ARINC 429-Signale" auf Seite 525.

HINWEIS Informationen zum Einrichten der ARINC 429-Triggerung finden Sie unter "ARINC 429-Triggerung" auf Seite 527.

So richten Sie die serielle ARINC 429-Dekodierung ein:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Im Untermenü, auf das über den Softkey **Einstellungen** zugegriffen wird, können Sie über den Softkey **Basis** zwischen hexadezimaler und binärer Anzeige der dekodierten Daten wählen.

Die Basiseinstellung wird für die *Datenanzeige* in der Dekodierungszeile und im Auflister verwendet.

Labelwerte werden immer als Oktalzahl angezeigt, SSM- und SDI-Werte immer im Binärformat.

3 Drücken Sie den Softkey **Wortformat** und geben Sie das Wortformat für die Dekodierung an:

- **Bezeichnung/SDI/Daten/SSM**:
  - Label – 8 Bits.
  - SDI – 2 Bits.
  - Daten – 19 Bits.
  - SSM – 2 Bits.
- **Bezeichnung/Daten/SSM**:
  - Label – 8 Bits.
  - Daten – 21 Bits.
  - SSM – 2 Bits.
- **Bezeichnung/Daten**:
  - Label – 8 Bits.
  - Daten – 23 Bits.

4 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

5 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS

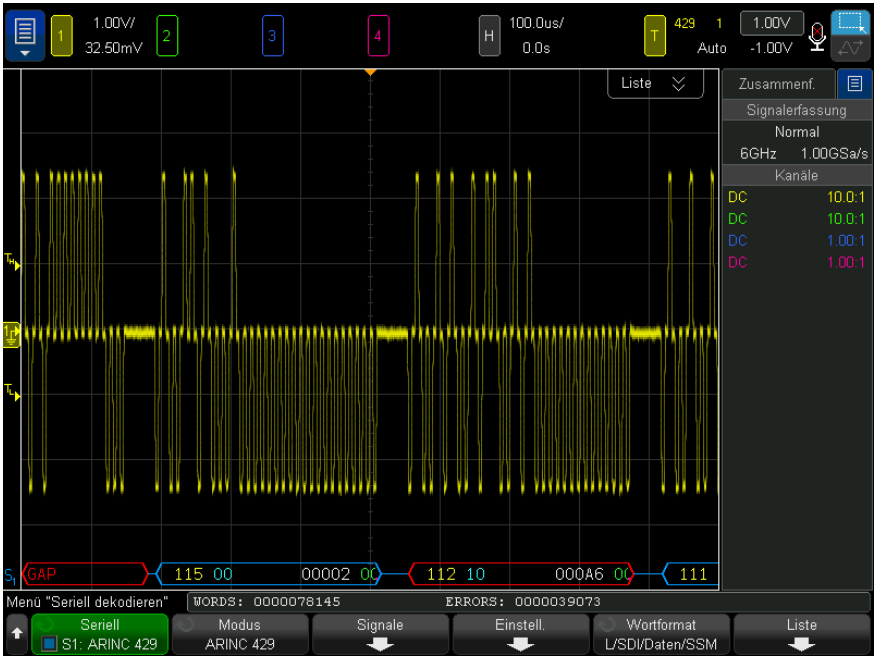
Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das ARINC 429-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die dekodierten Daten navigieren.

Siehe auch

- "Interpretieren der ARINC 429-Dekodierung" auf Seite 531
- "ARINC 429-Totalisator" auf Seite 532
- "Interpretieren von ARINC 429-Auflisterdaten" auf Seite 533
- "Suchen nach ARINC 429-Daten im Auflister" auf Seite 534

Interpretieren der ARINC 429-Dekodierung



Abhängig vom ausgewählten Wortdekodierungsformat ist die ARINC 429-Dekodierungsanzeige folgendermaßen farbkodiert:

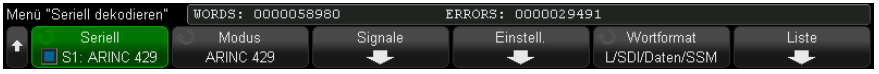
- Bei Auswahl von „Label/SDI/Daten/SSM" als Dekodierungsformat:
  - Bezeichnung (gelb) (8 Bits) – oktal angezeigt.
  - SDI (blau) (2 Bits) – binär angezeigt.
  - Daten (weiß, rot bei Paritätsfehler) (19 Bits) – in ausgewählter Base angezeigt.
  - SSM (grün) (2 Bits) – binär angezeigt.
- Bei Auswahl von „Label/Daten/SSM" als Dekodierungsformat:
  - Bezeichnung (gelb) (8 Bits) – oktal angezeigt.
  - Daten (weiß, rot bei Paritätsfehler) (21 Bits) – in ausgewählter Base angezeigt.
  - SSM (grün) (2 Bits) – binär angezeigt.

- Bei Auswahl von „Label/Daten" als Dekodierungsformat:
  - Bezeichnung (gelb) (8 Bits) – oktal angezeigt.
  - Daten (weiß, rot bei Paritätsfehler) (23 Bits) – in ausgewählter Base angezeigt.

Die Labelbits werden in der Reihenfolge angezeigt, in der sie empfangen werden. Für Daten-, SSM- und SDI-Bits werden die Felder in der empfangenen Reihenfolge angezeigt. Die Bits innerhalb dieser Felder werden jedoch in umgekehrter Reihenfolge angezeigt. Felder, bei denen es sich nicht um Labelfelder handelt, werden also im ARINC 429-Wortformat angezeigt, während die Bits für diese Felder in umgekehrter Reihenfolge übertragen werden.

ARINC 429-Totalisator

Der ARINC 429-Totalisator berechnet die Summe der ARINC 429-Wörter und -Fehler.



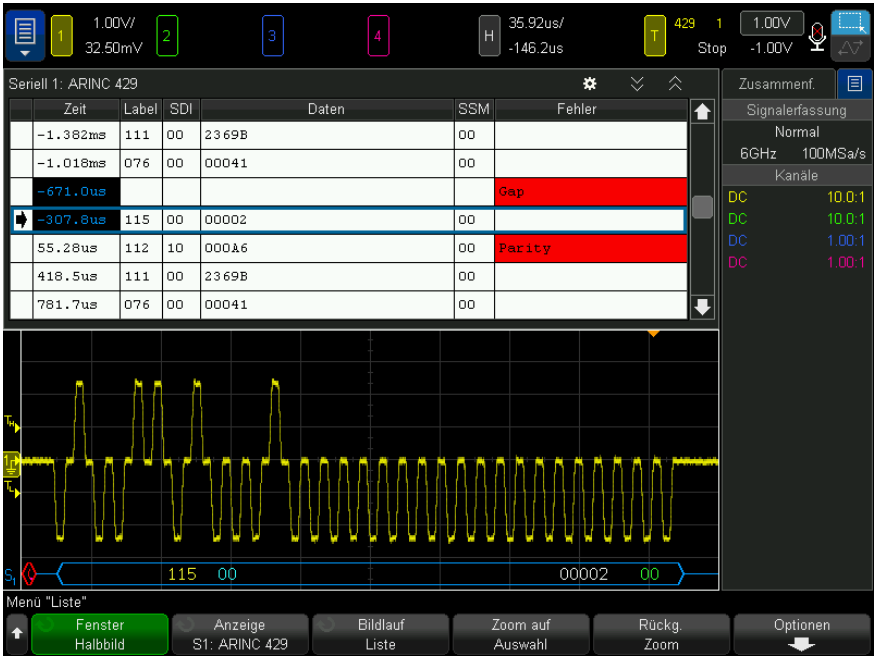
Der Totalisator wird immer ausgeführt, um Wörter und Fehler zu zählen, und wird bei der Anzeige der ARINC 429-Dekodierung stets angezeigt. Der Totalisator zählt auch dann, wenn das Oszilloskop angehalten wird und keine Daten erfasst.

Die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp** besitzt keine Auswirkungen auf den Totalisator.

Bei Auftreten einer Überlaufbedingung wird im Zähler **OVERFLOW** angezeigt.

Die Zähler können auf Null zurückgesetzt werden, indem Sie den Softkey **ARINC 429-Zähler zurücksetzen** drücken (im Dekodierungsmenü **Einstellungen**).

Interpretieren von ARINC 429-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der ARINC 429-Auflister folgende Spalten:

- Label – der 5-Bit-Labelwert im Oktalformat.
- SDI – die Bitwerte (sofern im Wortdekodierungsformat enthalten).
- Daten – der Datenwert im Binär- oder Hexadezimalformat, abhängig von der Basiseinstellung.
- SSM – die Bitwerte (sofern im Wortdekodierungsformat enthalten).
- Fehler – rot markiert. Bei Fehlern kann es sich um Paritäts-, Wort- oder Zeitspannenfehler handeln.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach ARINC 429-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von ARINC 429-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während ARINC 429 als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Menü Suchen den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem das ARINC 429-Signal dekodiert wird.
3. Drücken Sie **Suchen**. Wählen Sie anschließend aus folgenden Optionen aus:
   - **Label** – Findet den angegebenen Labelwert.

     Labelwerte werden immer als Oktalzahl angezeigt.
   - **Label + Bits** – Findet das Label und die weiteren Wortfelder wie angegeben.
   - **Paritätsfehler** – Findet Wörter mit einem Paritätsfehler.
   - **Wortfehler** – Findet einen wortinternen Kodierungsfehler.
   - **Zeitspannenfehler** – Findet einen wortinternen Zeitspannenfehler.
   - **Wort- oder Zeitspannenfehler** – Findet einen Wort- oder Zeitspannenfehler.
   - **Alle Fehler** – Findet alle oben genannten Fehler.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

31 SENT-Triggerung und serielle Dekodierung

Setup für SENT-Signale / 535
SENT-Trigger / 540
SENT Seriell Dekodieren / 542

SENT (Single Edge Nibble Transmission) Triggerung und serielle Dekodierung erfordern die DSOX6SENSOR-Lizenz.

Setup für SENT-Signale

Einrichten des Oszilloskop für die Erfassung von SENT-Signalen:

1. Schließen Sie einen Oszilloskopkanal an das Signal im Messobjekt an.

   Analoge Kanäle oder digitale Kanäle können verwendet werden.
2. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
3. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.
4. Drücken Sie den Softkey **Modus** und wählen Sie **SENT**.
5. Drücken Sie den Softkey **Quelle**, um das SENT-Quellmenü zu öffnen.

a Drücken Sie den Softkey **Quelle**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf für die Auswahl des Kanals für das Signal.

b Drücken Sie den Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zum Auswählen des Grenzwert-Spannungspegels für das Taktsignal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf die ausgewählte serielle Dekodierung festgelegt wird (Seriell 1 oder Seriell 2).

c Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum Menü SENT Seriell dekodieren zurückzukehren.

6 Drücken Sie den Softkey **Bus-Konfig.**, um das SENT-Buskonfigurationsmenü zu öffnen.

a Drücken Sie den Softkey **Taktperiode** und verwenden Sie anschließend den Eingabedrehknopf (oder drücken Sie den Softkey erneut und verwenden Sie ein Tastaturdialogfeld), um den Nennwert für die Taktperiode (Tick-Zeit) anzugeben.

b Drücken Sie den Softkey **Toleranz** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf (oder drücken Sie den Softkey erneut und verwenden Sie ein Tastaturdialogfeld), um den Toleranzwert für die Bestimmung, ob der Synchronisationsimpuls für die Dekodierung der Daten gültig ist, als Prozentsatz anzugeben.

Liegt die gemessene Zeit des Synchronisationsimpulses im prozentualen Toleranzbereich der konfigurierten nominellen Taktperiode, wird die Dekodierung fortgesetzt, anderenfalls ist der Synchronisationsimpuls fehlerhaft und die Daten werden nicht dekodiert.

c Drücken Sie den Softkey **Anz. von Halbbytes** und drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf (oder drücken Sie diesen Softkey erneut und verwenden

Sie ein Tastaturdialogfeld), um die Anzahl der Halbbytes in einer schnellen Kanalmeldung anzugeben.

d Drücken Sie den Softkey **Inaktiver Status**, um den inaktiven Status des SENT-Signals festzulegen.

e Drücken Sie den Softkey **CRC-Format**, um das CRC-Format anzugeben, das bei der Berechnung der Genauigkeit der CRCs verwendet werden wird.

CRCs für erweiterte serielle Meldungen werden stets mithilfe des Formats 2010 berechnet, für die schnellen Kanalmeldungen und CRCs bei kurzen seriellen Meldungen wird jedoch die gewählte Einstellung verwendet.

f Drücken Sie den Softkey **Pausenpuls**, um anzugeben, ob zwischen den Meldungen des schnellen Kanals ein Pausenpuls eingefügt wird.

Beachten Sie, dass ein serieller SENT-Bus ohne Pausenpuls niemals inaktiv ist. Das bedeutet, dass die Dekodierungszeile des schnellen Kanals im Normalbetrieb einen ständigen Fluss von Paketen aufweist, wobei sich neue Pakete öffnen, sobald ein vorhergehendes Paket geschlossen wurde.

Ist ein Pausenpuls vorhanden (und **Puls pausieren** eingeschaltet), wird zwischen den Meldungen die Inaktivitätszeit angezeigt.

g Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum Menü SENT Seriell dekodieren zurückzukehren.

7 Drücken Sie den Softkey **Einstellungen**, um das SENT-Einstellungsmenü zu öffnen.

a Drücken Sie den Softkey **Meldungsformat**, um das Format für Meldung dekodieren/Triggern festzulegen:

- **Schnelle Halbbytes (Alle)** – zeigt die unverarbeiteten übertragenen Halbbyte-Werte.
- **Schnelle Signale** – zeigt die Signale der schnellen Kanalmeldungen.
- **Schnell + Kurz seriell** – zeigt sowohl schnelle als auch langsame Meldungen (Kurzformat) gleichzeitig.
- **Schnell + Erweitert seriell** – zeigt sowohl schnelle als auch langsame Meldungen (erweitertes Format) gleichzeitig.

- **Kurz Seriell** – zeigt langsame Kanalmeldungen im Kurzformat.
- **Erweitert seriell** – zeigt langsame Kanalmeldungen im erweiterten Format.

Diese Auswahl betrifft sowohl die Dekodierung als auch die Triggerung. Auswirkung auf die Dekodierung hat sowohl die Interpretation der Daten durch das System als auch die Auswahl der angezeigten Daten. Der Trigger ist insoweit betroffen, als die Triggerhardware für das korrekte Triggern auf seriellen Meldungen konfiguriert werden muss.

Sie können die Halbbyte-Anzeigereihenfolge für schnelle Kanalmeldungssignale festlegen (unter dem Softkey **Schnelle Signale**). Unverarbeitete übertragene Halbbyte-Werte werden in der empfangenen Reihenfolge angezeigt.

HINWEIS **Beachten Sie, dass für den langsamen Kanal das richtige Format, "kurz" oder "erweitert", gewählt werden muss, um korrekte Dekodierung und Triggerung zu gewährleisten.**

Serielle Meldungen des langsamen Kanals werden stets gemäß Definition der SENT-Spezifikation dargestellt.

b Drücken Sie den Softkey **Anzeige**, um auszuwählen, ob die Anzeige der Halbbytes, Signale und CRC-Werte des schnellen Kanals, sowie der IDs, Daten und CRC-Werte des langsamen Kanals als hexadezimal, vorzeichenloses Dezimal oder "Transferfunktion" erfolgt. (Der S&C-Wert wird stets binär dargestellt.)

Ihre Auswahl wird sowohl für die Auflister- als auch die Dekodierungszeilen-Anzeigen verwendet.

Wenn die **Transferfunktion** ausgewählt ist (für Meldungsformate, die schnelle Signale beinhalten), zeigen Signale des schnellen Kanals einen berechneten physikalischen Wert auf Grundlage des angegebenen **Multiplikators** und **Offset** an (unter dem Softkey **Schnelle Signale**):

- PhysicalValue = (Multiplikator * SignalValueAsUnsignedInteger) + Offset

Bei Auswahl von**Transferfunktion** werden die Informationen für CRC und langsamen Kanal hexadezimal dargestellt.

8 Wenn die Dekodierung/Triggerung einer schnellen Kanalmeldung ausgewählt ist, drücken Sie den Softkey **Schnelle Signale**, um das SENT-Signalmenü zu öffnen und die Anzeige von bis zu sechs schnellen Signalen zu definieren und festzulegen.

a Drücken Sie den Softkey **Schnelle Signale** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf , um das zu definierende schnelle Signal anzugeben.

Sobald ein schnelles Signal ausgewählt ist, drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung für dieses Signal zu aktivieren oder deaktivieren.

b Drücken Sie den Softkey **Startbit Nr. (MSB)**, um das Startbit für das ausgewählte Signal anzugeben.

c Drücken Sie den Softkey **Anz. von Bits**, um die Anzahl der Bits im ausgewählten Signal anzugeben.

d Drücken Sie den Softkey **Halbbyte-Ordnung**, um die Halbbyte-Reihenfolge so festzulegen, dass entweder das höchstwertige (most significant - MSN) oder niederwertigste Halbbyte (least significant - LSN) an erster Stelle steht.

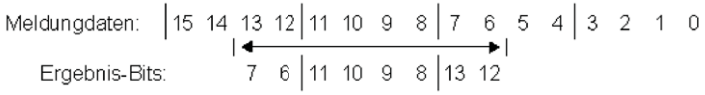
e Wenn die Anzeigemodus-Einstellung **Transferfunktion** lautet (siehe das SENT-Einstellungsmenü), drücken Sie die Softkeys **Multiplikator** oder **Offset** und drehen dann am Eingabedrehknopf (oder drücken den Softkey erneut und verwenden ein Tastaturdialogfeld), um den Wert anzugeben.

Die Multiplikator- und Offset-Werte werden bei der Berechnung eines physischen Werts verwendet, der für das schnelle Signal verwendet wird:

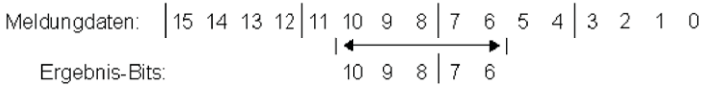
- PhysicalValue = (Multiplikator * SignalValueAsUnsignedInteger) + Offset

Es folgen einige Definitionsbeispiele für ein schnelles Signal:

Beispiel 1: Startbit Anz. = 13, Anz. Bits = 8, Halbbyte-Ordnung = LSN zuerst



Beispiel 2: Startbit Anz. = 10, Anz. Bits = 5, Halbbyte-Ordnung = MSN zuerst



SENT-Trigger

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von SENT-Signalen finden Sie unter "Setup für SENT-Signale" auf Seite 535.

Einrichtung einer SENT-Triggerbedingung:

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Triggertyp**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf Seriell 1 oder Seriell 2 aus, wo das SENT-Signal dekodiert werden.

3 Verwenden Sie den Softkey **Triggern an:** Softkey und verwenden den Eingabedrehknopf. zur Auswahl der SENT-Triggerbedingung:

- **Start der Kanalmeldung schnell** – triggert beim Start jeder schnellen Kanalmeldung (nach 56 Synchronisierungs-/Kalibrierungsticks).
- **Start der Kanalmeldung langsam** – triggert beim Start jeder langsamen Kanalmeldung.
- **Kanal-SC & Daten schnell** – triggert auf einer schnellen Kanalmeldung, wenn das Status- & Kommunikationshalbbyte und die Datenhalbbytes den Werten entsprechen, die mithilfe von zusätzlichen Softkeys eingegeben werden.
- **Kanal-Meldungs-ID langsam** – triggert, wenn eine Meldungs-ID eines langsamen Kanals dem Wert entspricht, der mithilfe von zusätzlichen Softkeys eingegeben wurde.
- **Kanal-Meldungs-ID & Daten langsam** – triggert, wenn Meldungs-ID und Datenfeld eines langsamen Kanals beide dem Wert entsprechen, der mithilfe von zusätzlichen Softkeys eingegeben wurde.
- **Toleranzverstoß** – triggert, wenn die Synchronisationsimpulsbreite um mehr als den eingegebenen Prozentsatz vom nominellen Wert abweicht.
- **Kanal-CRC-Fehler schnell** – triggert bei jedem CRC-Fehler einer schnellen Kanalmeldung.
- **Kanal-CRC-Fehler schnell** – triggert bei jedem CRC-Fehler einer langsamen Kanalmeldung.

- **Alle CRC-Fehler** – triggert bei allen CRC-Fehlern, schnell oder langsam.
- **Pulsperiodenfehler** – triggert, wenn ein Halbbyte zu breit oder zu schmal ist (zum Beispiel Datenhalbbyte< 12 (11,5) oder > 27 (27,5) Ticks breit). Sync, S&C, Daten, oder Prüfsummen-Pulsperioden werden geprüft.
- **Fehler bei aufeinanderfolgenden Sync-Impulsen** – triggert auf einen Synchronisationsimpuls, dessen Breite vom vorherigen Synchronisationsimpuls um mehr als 1/64 (1,5625% gemäß SENT-Spezifikation) abweicht.

4 Wenn Sie die Triggerbedingung **Kanal-SC & Daten schnell** wählen:

a Drücken Sie den Softkey **Base (Impulsboden)**zur Auswahl von hexadezimaler oder binärer Datenwert-Eingabe.

Verwenden Sie die binäre Methode, falls Sie "beliebige" Bits (X) innerhalb eines Halbbytes eingeben müssen. Wenn alle Bits in einem Halbbyte "beliebig" sind, wird das Hexadezimal-Halbbyte als "beliebig" (X) angezeigt. Wenn alle Bits in einem Halbbyte Einsen oder Nullen sind, wird der Hexadezimalwert angezeigt. Hexadezimal-Halbbytes, die eine Mischung von 0/1-Bits und "beliebigen" Bits enthalten, werden als "$" angezeigt.

b Drücken Sie den Softkey **SC & Daten** und verwenden Sie das Tastaturdialogfeld, um den Datenwert einzugeben.

Das S&C-Halbbyte ist das Halbbyte , das in der Zeichenkette der Ziffern ganz links erfasst wird, gefolgt von den Datenhalbbytes.

5 Wenn Sie die Triggerbedingung **Kanal-Meldungs-ID langsam** oder **Kanal-Meldungs-ID & Daten langsam** wählen:

a Drücken Sie den Softkey **Konfiguration**, um die gewünschte Paket-ID für den ausgewählten Pakettyp auszuwählen.

Wenn ein erweitertes serielles Format angegeben wird (siehe “Setup für SENT-Signale" auf Seite 535), drücken Sie diesen Softkey, um auszuwählen, ob eine erweiterte Formatkonfiguration verwendet wird.

- 16-Bit Daten, 4-Bit ID
- 12-Bit Daten, 8-Bit ID

b Drücken Sie den Softkey **Meldungs-ID langsam** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf (oder drücken Sie diesen Softkey erneut und verwenden ein Tastaturdialogfeld), um die ID der langsamen Meldung festzulegen.

c Wenn Sie die Triggerbedingung **Kanal-Meldungs-ID & Daten langsam** wählen, drücken Sie den Softkey **Daten langsam** und verwenden den

Eingabedrehknopf (oder drücken Sie den Softkey erneut und verwenden ein Tastendialogfeld), um die Daten der langsamen Meldung anzugeben.

6 Wenn Sie die Triggerbedingung **Toleranzverstoß** wählen, drücken Sie den Softkey **Toleranz** und verwenden den Eingabedrehknopf (oder drücken den Softkey erneut und verwenden ein Tastaturdialogfeld), um den Wert für den Toleranzverstoß anzugeben, der als Verstoß betrachtet wird.

Der eingegebene Prozentsatz muss geringer sein als die prozentuale Toleranz, die in den Konfigurationseinstellungen des Dekodierungsbusses angegeben wird.

HINWEIS **Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, sind die SENT-Signale möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste [Mode/Coupling] Modus/Kopplung und anschließend den Softkey Modus, um den Triggermodus von Auto auf Normal zu stellen.**

HINWEIS **Informationen zur Anzeige der seriellen SENT-Dekodierung finden Sie unter “SENT Seriell Dekodieren" auf Seite 542.**

SENT Seriell Dekodieren

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von SENT-Signalen finden Sie unter “Setup für SENT-Signale" auf Seite 535.

HINWEIS **Informationen zum Setup für die SENT-Triggerung finden Sie unter “SENT-Trigger" auf Seite 540.**

Konfigurieren der Funktion SENT-Seriell Dekodieren:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

3 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS **Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, sind die SENT-Signale möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste [Mode/Coupling] Modus/Kopplung und anschließend den Softkey Modus, um den Triggermodus von Auto auf Normal zu stellen.**

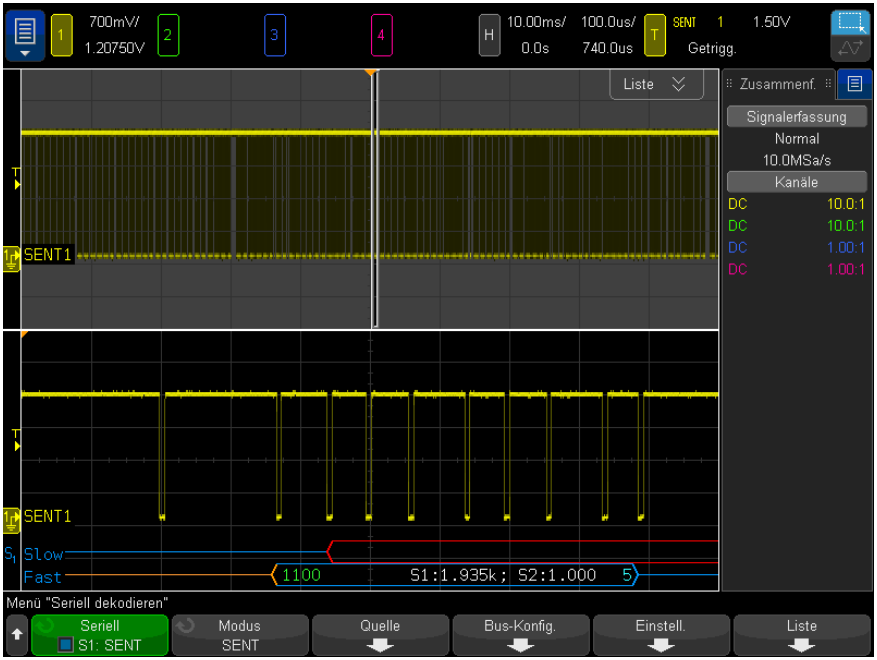
Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die erfassten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren der SENT-Dekodierung" auf Seite 543
- "Interpretieren der SENT-Auflisterdaten" auf Seite 546
- "Suchen nach SENT-Daten in den Auflister" auf Seite 548

Interpretieren der SENT-Dekodierung

Die Felder der schnellen und langsamen Kanäle werden wie folgt dargestellt. Beachten Sie, dass der langsame Kanal über drei unterschiedliche Varianten verfügt. Die nachstehend angegebenen Farben beziehen sich auf die Farbe dieses Texts:

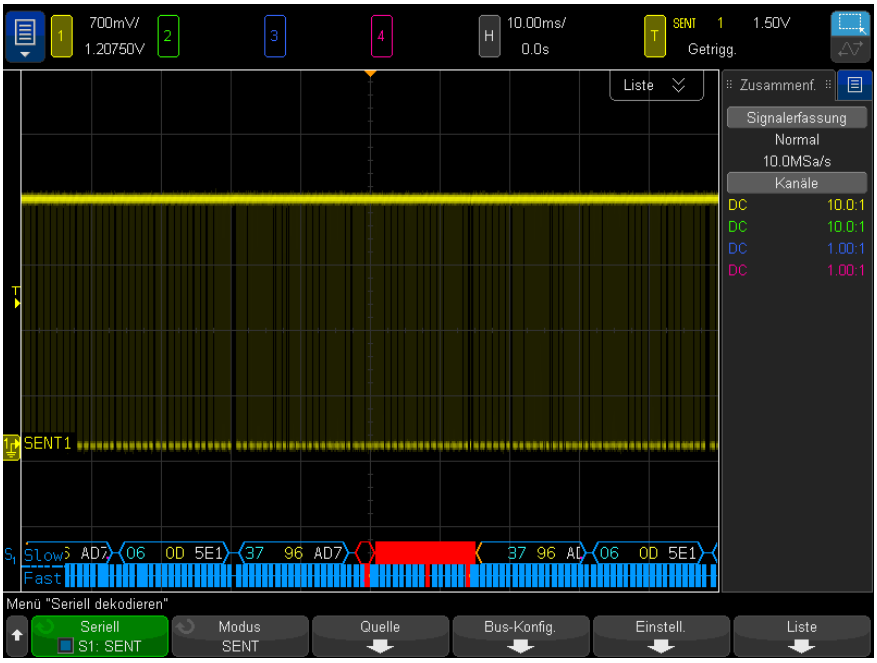
- Schneller Kanal:



- Status & Kommunikation (S&C) Halbbyte (Grün) (4 Bits):
  - 2 Anwendungsbits und 2 serielle Meldungsbits werden angezeigt, in sämtlichen Formaten.
- Daten-Halbbytes (weiß) (4 Bits, können jedoch abhängig vom Format zu Signalen kombiniert werden):
  - "**Schnelle Halbbytes (Alle)**" Format – jedes Halbbyte wird als Hex- oder Dezimalzahl dargestellt.
  - "**Schnelle Signale**", "**Schnell + Kurz seriell**", oder "**Schnell + Erweitert seriell**" Formate – Bei Aktivierung schneller Signale werden die Signale wie folgt dargestellt:
    - S1:<Wert>;S2:<Wert>.
    - Unbenutzte Halbbytes werden nicht angezeigt (Beispiel: wenn das 6. Halbbyte eine invertierte Kopie des 1. Halbbytes ist).
- CRC Halbbyte - (blau bei Gültigkeit, rot bei Fehlererkennung) (4 Bits)

- Langsamer Kanal – Kurze serielle Meldung:
  - Meldungs-ID (gelb) (4 Bits).

- Datenbyte (weiß) (8 Bits).
- CRC - (blau bei Gültigkeit, rot bei Fehlererkennung) (4 Bits)

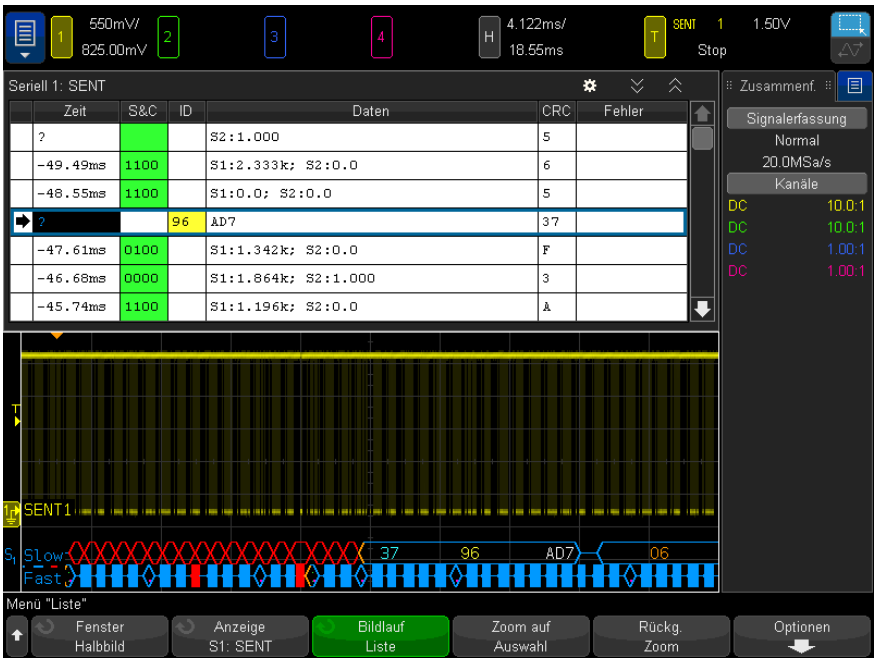


- Langsamer Kanal – Erweiterte serielle Meldung:
  - CRC (blau wenn gütig, orange bei Meldungsende außerhalb des Bildschirms, rot bei Fehlererkennung) (6 Bits).
  - Meldungs-ID (gelb) (4 oder 8 Bits).
  - Daten-Teilbild (weiß) (16 oder 12 Bits).

Erweiterte serielle Meldungs-CRCs werden orangefarben dargestellt, wenn die Daten zur CRC-Berechnung rechts nicht mehr in den Bildschirm passen. Serielle Meldungen werden ebenfalls mit einer vorangesetzten inaktiven orangefarbenen Linie und einer sich öffnenden orangefarbenen Klammer angezeigt, wenn die Startposition nicht präzise ermittelt werden kann, weil die Daten links außerhalb des Bildschirms liegen.

Bei der Dekodierung werden auch Fehler angezeigt, bei denen der Halbbyte-Implus zu breit oder zu schmal ist. Dies wird durch ein rot formatiertes ">" oder "<" angezeigt, ebenso sind die übrigen Umrisse und die sich schließende Klammer rot, und bis zur nächsten gültigen Synchronisation erscheint eine orangefarbene inaktive Zeile. Zum Zeitpunkt der gültigen Synchronisierung wird eine sich öffnende orangefarbene Klammer angezeigt.

Interpretieren der SENT-Auflisterdaten



Jede schnelle oder langsame Kanalnachricht wird in einer eigenen Reihe dargestellt. Die Startzeit der langsamen Kanalmeldungen bestimmt ihre Reihenfolge relativ zu den schnellen Kanalmeldungen. Deshalb erscheint eine Meldung des langsamen Kanals vor den meisten Meldungen des schnellen Kanals, anhand von dem sie erstellt wurde. Der Grund hierfür ist, dass die "Zeit"-Spalte die Startzeit eines Pakets enthält.

Zusätzlich zur standardmäßigen Zeitspalte werden die beiden folgenden Spalten für die gleichzeitige Darstellung des schnellen und langsamen Kanals verwendet. Diese Spalten werden für alle Meldungsformat-Modi angezeigt, mit Ausnahme von**Schnelle Halbbytes (Alle)**:

- S&C – (Nur schneller Kanal) (binär).
- ID – (Nur langsamer Kanal) (Hex oder Dezimal).
- Daten – (Hex oder Dezimal):
  - Schneller Kanal:
    - <Wert> (Wert in Hex oder Dezimal) (Raw-Dekodierungsformat)
    - S1:<Wert>;S2:<Wert> (Werte in Hex oder Dezimal) (andere Formate).
  - Langsamer Kanal: Hex- oder Dezimalanzeige eines einzelnen Werts.
- CRC – (Wert in Hex oder Dezimal).
- Pausenticks (Ticks werden orangefarben angezeigt, wenn Messunsicherheit > 25%).
- Fehler.

Wird das Meldungsformat auf **Schnelle Halbbytes (Alle)** gesetzt , werden die folgenden Spalten angezeigt:

- Sync-Breite.
- S&C – (Nur schneller Kanal) (binär).
- Daten – (Hex oder Dezimal).
- CRC – (Wert in Hex oder Dezimal).
- Fehler.

Wenn das ausgewählte Meldungsformat Meldungen für schnelle ebenso wie langsame Kanäle enthält, erhält das S&C-Auflisterfelder (das Daten für schnelle Meldungen enthält) einen grünen und das ID-Auflisterfeld (das Daten für langsame Meldungen enthält) einen gelben Hintergrund.

CRC-Werte des langsamen Kanals, die nicht als gültig oder ungültig bestätigt werden können, weil die in der Berechnung verwendeten Daten rechts außerhalb des Bildschirms liegen, werden im Auflister mit orangefarbenem Hintergrund dargestellt.

Suchen nach SENT-Daten in den Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von SENT-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1. Während SENT als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.
2. Drücken Sie im Suchmenü den Softkey **Suchen**; drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um Seriell 1 oder Seriell 2 auszuwählen, wo das SENT-Signal dekodiert wird.
3. Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen nach** und wählen Sie dann aus folgenden Optionen aus:
   - **Schnelle Kanaldaten** – findet Daten-Halbbytes des schnellen Kanals, die den mithilfe zusätzlicher Softkeys eingegebenen Werten entsprechen.
   - **Kanal-Meldungs-ID langsam** – findet Meldungs-IDs des langsamen Kanals, die den mithilfe zusätzlicher Softkeys eingegebenen Werten entsprechen.
   - **Kanal-Meldungs-ID & Daten langsam** – findet Meldungs-IDs und Daten des langsamen Kanals, die den mithilfe zusätzlicher Softkeys eingegebenen Werten entsprechen.
   - **Alle CRC-Fehler** – findet alle CRC-Fehler, schnell und langsam.
   - **Pulsperiodenfehler** – findet Halbbytes, die zu breit oder zu schmal sind (zum Beispiel Datenhalbbyte< 12 (11,5) oder > 27 (27,5) Ticks breit). Sync, S&C, Daten, oder Prüfsummen-Pulsperioden werden geprüft.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

32 UART/RS232 Triggerung und serielles Dekodieren

Setup für UART/RS232-Signale / 549
UART/RS232-Triggern / 551
UART/RS232 Serielles Dekodieren / 553

Die UART/RS232-Triggerung und das serielle Dekodieren erfordern die Option COMP oder das Upgrade DSOX6COMP.

Setup für UART/RS232-Signale

So richten Sie das Oszilloskop für die Erfassung von UART/RS232-Signalen ein:

1. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
2. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf für die Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.
3. Drücken Sie den Softkey **Modus**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **UART/RS232** aus.
4. Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü UART/RS232-Signale zu öffnen.

5 Für Rx- und Tx-Signale:

   a Schließen Sie einen Oszilloskopkanal an das Signal im Messobjekt an.

   b Drücken Sie den Softkey **Rx** oder **Tx**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den Kanal für das Signal auszuwählen.

   c Drücken Sie den entsprechenden Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zur Auswahl des Grenzwert-Spannungspegels für das Signal.

      Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

   Die Bezeichnungen RX und TX für die Quellkanäle werden automatisch zugewiesen.

6 Drücken Sie die Taste Back Zurück/Nach Oben, um zum Menü Seriell dekodieren zurückzukehren.

7 Drücken Sie den Softkey **Bus-Konfig.**, um das Menü UART/RS232-Buskonfiguration zu öffnen.

   Legen Sie die folgenden Parameter fest.

   a **Anz. Bits** – Festlegung der Anzahl von Bits in den UART/RS232-Wörtern zur Anpassung an das getestete Gerät (5-9 Bits wählbar).

   b **Parität** – Wählen Sie ungerade, gerade oder keine basierend auf dem getesteten Gerät.

   c **Baud** – Drücken Sie den Softkey **Baudrate**, dann den Softkey **Baud** und wählen Sie eine Baudrate, die dem Signal des getesteten Geräts entspricht. Ist die gewünschte Baudrate nicht aufgelistet, wählen Sie **Benutzerdefiniert** im Softkey Baud und dann die gewünschte Baudrate mithilfe des Softkeys **Ben.-Baud**.

Sie können eine UART-Baudrate von 1,2 kb/s bis 8.0000 Mb/s in Schritten von 100 b/s festlegen.

d **Polarität** – wählen Sie Inaktiv niedrig oder Inaktiv hoch zur Anpassung an den Status des getesteten Geräts, wenn inaktiv. Wählen Sie für RS232 Inaktiv niedrig .

e **Bitfolge** – Wählen Sie aus, ob das höchstwertige Bit (MSB) oder niederwertigste Bit (LSB) im Signal des getesteten Geräts auf das Startbit folgen soll. Wählen Sie für RS232 „LSB" .

HINWEIS **In der Anzeige des seriellen Dekodierens wird das höchstwertige Bit unabhängig von der eingestellten Bitfolge immer links angezeigt.**

UART/RS232-Triggern

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von UART/RS232-Signalen finden Sie unter "Setup für UART/RS232-Signale" auf Seite 549.

Um auf ein UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)-Signal zu triggern, verbinden Sie das Oszilloskop mit den Rx- und Tx-Leitungen und richten Sie eine Triggerbedingung ein. RS232 (empfohlener Standard 232) ist ein Beispiel eines UART-Protokolls.

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) aus, an dem die UART-RS232-Signale dekodiert werden.

3 Drücken Sie den Softkey **Trigger-Setup**, um das Menü UART/RS232-Trigger-Setup zu öffnen.

4 Drücken Sie den Softkey **Basis** zur Auswahl von Hex oder ASCII als angezeigte Basis im Softkey Daten des Menüs UART/RS232-Trigger-Setup.

   Beachten Sie, dass die Einstellung dieses Softkeys nicht die ausgewählte Basis der Dekodierungsanzeige beeinflusst.

5 Drücken Sie den Softkey **Trigger** und richten Sie die gewünschte Triggerbedingung ein:

   - **Rx-Startbit** – das Oszilloskop triggert, wenn an Rx ein Startbit auftritt.
   - **Rx-Stoppbit** – Triggern bei Auftreten eines Stoppbits an Rx. Der Trigger tritt beim ersten Stoppbit auf. Dies geschieht automatisch unabhängig davon, ob das getestete Gerät 1, 1,5 oder 2 Stoppbits verwendet. Die Anzahl der beim getesteten Gerät verwendeten Stoppbits muss nicht angegeben werden.
   - **Rx-Daten** – Triggern an gewünschtem Datenbyte. Zu verwenden, wenn die Datenwörter des getesteten Geräts 5 bis 8 Bit lang sind (kein 9. (Alarm-)Bit).
   - **Rx 1:Daten** – für die Suche, wenn die Datenwörter des getesteten Geräts 9 Bit einschl. Alarm-Bit (9. Bit) lang sind. Triggert nur, wenn das 9. (Alarm)-Bit 1 ist. Das angegebene Datenbyte gilt für die niederwertigsten 8 Bit (außer 9. (Alarm)-Bit).
   - **Rx 0:Daten** – für die Suche, wenn die Datenwörter des getesteten Geräts 9 Bit einschl. Alarm-Bit (9. Bit) lang sind. Triggert nur, wenn das 9. (Alarm)-Bit 0 ist. Das angegebene Datenbyte gilt für die niederwertigsten 8 Bit (außer 9. (Alarm)-Bit).
   - **Rx X:Daten** – für die Suche, wenn die Datenwörter des getesteten Geräts 9 Bit einschl. Alarm-Bit (9. Bit) lang sind. Triggert an einem von Ihnen angegebenen Datenbyte, ungeachtet des Wertes des 9. Bit (Alarm). Das angegebene Datenbyte gilt für die niederwertigsten 8 Bit (außer 9. Bit, Alarm).
   - Eine ähnliche Auswahl ist auch für Tx verfügbar.
   - **Rx- oder Tx-Paritätsfehler** – Triggern nach Paritätsfehler anhand der im Menü Buskonfiguration festgelegten Parität.

6 Wenn Sie eine Triggerbedingung wählen, deren Beschreibung „**Daten**" einschließt (Beispiel: **Rx-Daten**), drücken Sie den Softkey **Daten sind** und wählen Sie einen Gleichheits-Qualifizierer. Sie können wählen zwischen Gleich, Nicht gleich, Kleiner als oder größer als bezogen auf einen bestimmten Datenwert.

7 Wählen Sie mit dem Softkey **Daten** den Datenwert für Ihren Triggervergleich. Dies funktioniert in Verbindung mit dem Softkey **Daten sind**.

8 Optional: Der Softkey **Burst** ermöglicht das Triggern am Nten Frame (1-4096) nach einer gewählten inaktiven Zeit. Alle Triggerbedingungen müssen erfüllt sein, damit der Trigger auftreten kann.

9 Bei Auswahl von **Burst** kann eine inaktive Zeit (1 µs to 10 s) angegeben werden, sodass das Oszilloskop erst nach Verstreichen der inaktiven Zeit nach einer Triggerbedingung sucht. Drücken Sie den Softkey **Inaktiv**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf die inaktive Zeit.

HINWEIS Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das UART/RS232-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

HINWEIS Informationen zur Anzeige des seriellen UART/RS232-Dekodierens siehe "UART/RS232 Serielles Dekodieren" auf Seite 553.

UART/RS232 Serielles Dekodieren

Informationen zum Einrichten des Oszilloskops für die Erfassung von UART/RS232-Signalen finden Sie unter "Setup für UART/RS232-Signale" auf Seite 549.

HINWEIS Für das Setup zur UART/RS232-Triggerung siehe "UART/RS232-Triggern" auf Seite 551.

So stellen Sie die serielle Dekodierung für UART/RS232 ein:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Drücken Sie auf **Einstell.**.

3 Drücken Sie im UART/RS232-Einstellungsmenü auf den Softkey **Basis**, um die Basis (Hex, Binär oder ASCII) auszuwählen, in der dekodierte Worte angezeigt werden.

- Bei der Wortanzeige in ASCII wird das 7-Bit-ASCII-Format verwendet. Gültige ASCII-Zeichen liegen zwischen 0x00 und 0x7F. Für die ASCII-Anzeige müssen Sie mindestens 7 Bits in der Buskonfiguration wählen. Wenn ASCII ausgewählt ist und die Daten 0x7F überschreiten, werden die Daten im Hex-Wert angezeigt.
- Wenn **Anz. Bits** im Buskonfigurationsmenü UART/RS232 auf 9 festgelegt ist, wird das 9. Bit (Alarm) links vom ASCII-Wert angezeigt (abgeleitet von den kleineren 8 Bits).

4 Optional: Drücken Sie den Softkey **Framing** und wählen Sie einen Wert aus. In der Dekodierungsanzeige wird der Wert hellblau angezeigt. Bei einem Paritätsfehler in den Daten wird er jedoch rot angezeigt.

5 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

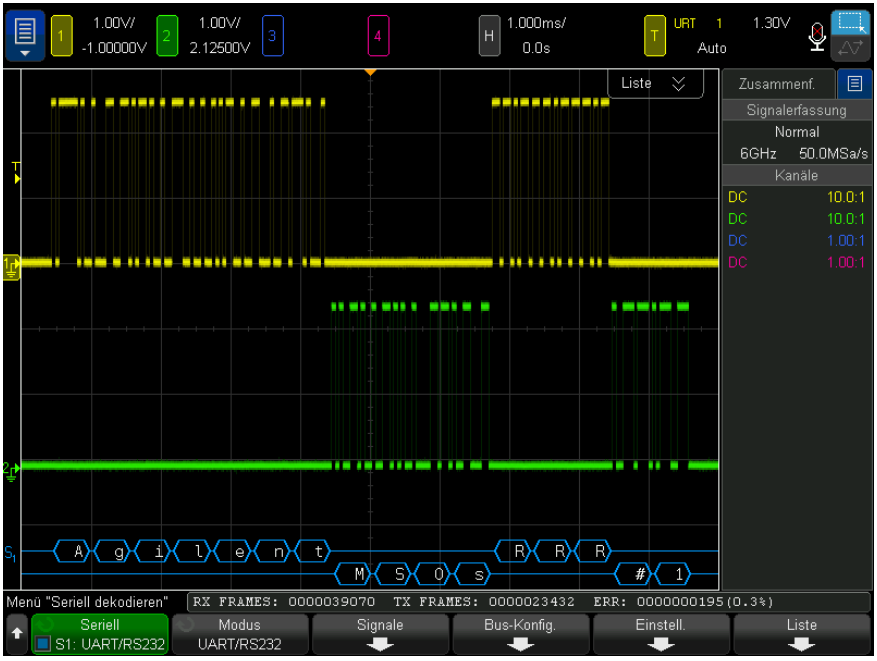
6 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS **Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das UART/RS232-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste [Mode/Coupling] Modus/Kopplung und anschließend den Softkey Modus, um den Triggermodus von Auto auf Normal zu stellen.**

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die erfassten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren des UART/RS232-Dekodierens" auf Seite 555
- "UART/RS232-Totalisator" auf Seite 556
- "Interpretieren der UART/RS232-Auflisterdaten" auf Seite 557
- "Suchen nach UART/RS232-Daten im Auflister" auf Seite 557

Interpretieren des UART/RS232-Dekodierens



- Gewinkelte Wellenformen weisen einen aktiven Bus (in einem Paket/Frame) auf.
- Blaue Linien mittlerer Ebene stellen einen inaktiven Bus dar.
- Bei 5-8-Bit-Formaten werden dekodierte Daten weiß angezeigt (Binär-, Hex- oder ASCII-Werte).
- Beim 9-Bit-Format werden alle Datenwörter grün angezeigt, einschließlich des 9. Bits. Das 9. Bit wird links angezeigt.
- Wenn ein Datenwortwert für Framing gewählt wird, wird er hellblau angezeigt. Bei Verwendung von 9-Bit-Datenwörtern wird das 9. Bit auch in Hellblau angezeigt.
- Dekodierter Text wird am Ende des zugehörigen Frames abgeschnitten, wenn innerhalb der Frame-Begrenzungen nicht genügend Platz verfügbar ist.

- Pinkfarbene vertikale Leisten weisen darauf hin, dass Sie zur Ansicht der Dekodierung die horizontale Skalierung erweitern und den Vorgang erneut ausführen müssen.
- Wenn die horizontale Skaleneinstellung nicht die Anzeige aller verfügbaren dekodierten Daten zulässt, markieren rote Punkte im dekodierten Bus die Position verborgener Daten. Erweitern Sie die horizontale Skala, damit die Daten angezeigt werden können.
- Ein unbekannter (undefinierter) Bus wird rot dargestellt.
- Bei einem Paritätsfehler wird das damit zusammenhängende Datenwort in Rot angezeigt, die 5-8-Datenbits und das optionale 9. Bit eingeschlossen.

UART/RS232-Totalisator

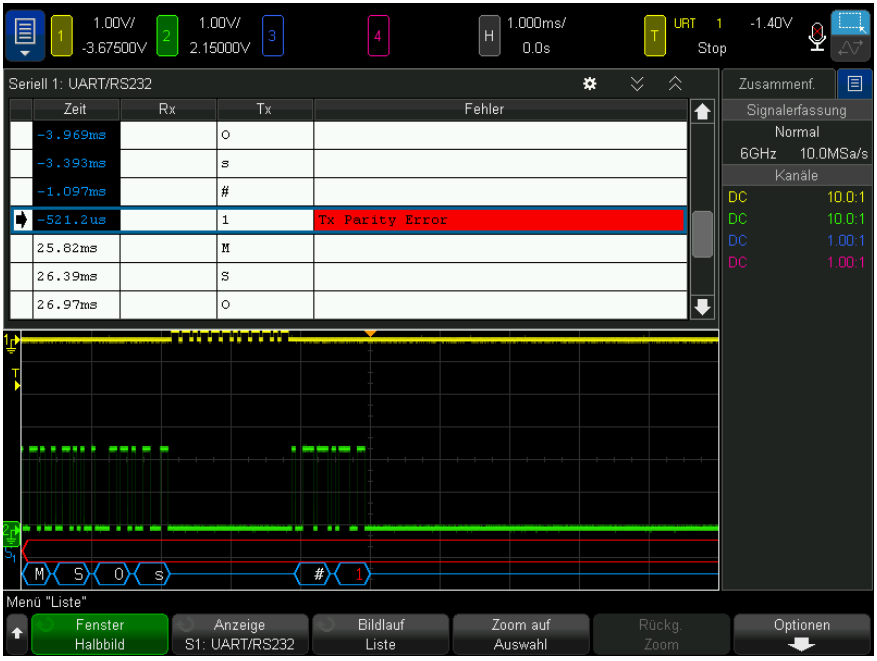
Der UART/RS232-Totalisator besteht aus Zählern, die ein direktes Maß für Busqualität und -effizienz darstellen. Der Totalisator wird immer dann angezeigt, wenn das UART/RS232-Dekodieren im Menü Seriell dekodieren AKTIVIERT ist.

Der Totalisator wird auch dann ausgeführt – Frames werden gezählt und der prozentuale Anteil von Fehler-Frames berechnet – wenn das Oszilloskop angehalten wurde (keine Daten erfasst).

Der ERR (Fehler)-Zähler erfasst die Zahl der Rx- und Tx-Frames mit Paritätsfehlern. Die TX FRAMES- und RX FRAMES-Zähler enthalten sowohl normale Frames als auch Frames mit Paritätsfehlern. Bei Auftreten einer Überlaufbedingung wird im Zähler **OVERFLOW** angezeigt.

Die Zähler können durch Drücken des Softkeys **UART zurücksetzen** Zähler im Menü UART/RS232-Einstellungen auf null zurückgesetzt werden .

Interpretieren der UART/RS232-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der UART/RS232-Auflister folgende Spalten:

- Rx – Daten empfangen.
- Tx – Daten senden.
- Fehler – hervorgehoben in Rot, Paritätsfehler oder unbekannter Fehler.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Suchen nach UART/RS232-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von UART/RS232-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1 Während UART/RS232 als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.

2 Drücken Sie im Menü Suchen den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die UART/RS232-Signale dekodiert werden.

3 Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen** und wählen Sie dann aus folgenden Optionen aus:

- **Rx-Daten** – Suche nach gewünschtem Datenbyte. Wenn die DTU-Datenwörter 5 bis 8 Bit lang sind (kein 9. Alarm-Bit).
- **Rx 1:Daten** – für die Suche, wenn DUT-Datenwörter 9 Bit einschl. Alarm-Bit (9. Bit) lang sind. Nur eine Suche, wenn das 9. Bit (Alarm) 1 ist. Das angegebene Datenbyte gilt für die niederwertigsten 8 Bit (außer 9. Bit, Alarm).
- **Rx 0:Daten** – für die Suche, wenn DUT-Datenwörter 9 Bit einschl. Alarm-Bit (9. Bit) lang sind. Nur eine Suche, wenn das 9. Bit (Alarm) 0 ist. Das angegebene Datenbyte gilt für die niederwertigsten 8 Bit (außer 9. Bit, Alarm).
- **Rx X:Daten** – für die Suche, wenn DUT-Datenwörter 9 Bit einschl. Alarm-Bit (9. Bit) lang sind. Suche nach gewünschtem Datenbyte, ungeachtet des Werts des 9. Bit (Alarm). Das angegebene Datenbyte gilt für die niederwertigsten 8 Bit (außer 9. Bit, Alarm).
- Eine ähnliche Auswahl ist auch für Tx verfügbar.
- **Rx- oder Tx-Paritätsfehler** –Suche nach Paritätsfehler anhand der im Menü Buskonfiguration festgelegten Parität.
- **Beliebiger Rx- oder Tx-Fehler** – Suche nach beliebigem Fehler.

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

33 USB 2.0 Triggerung und serielle Dekodierung

Einrichtung für ARINC 2.0-Signale / 559
USB 2.0 Triggerung / 561
USB 2.0 – Serielle Dekodierung / 563

Voraussetzung für die USB 2.0-Triggerung und das serielle Dekodieren sind:

- Option USF oder das DSOX6USBFL-Upgrade für Dekodieren mit hoher/niedriger Geschwindigkeit.
- Option U2H oder das DSOX6USBH-Upgrade für Dekodierung mit hoher Geschwindigkeit.

Einrichtung für ARINC 2.0-Signale

So richten Sie das Oszilloskop für die Erfassung von USB 2.0-Signalen ein:

1. Drücken Sie **[Serial] Seriell**.
2. Drücken Sie den Softkey **Seriell**, drehen Sie den Eingabedrehknopf zur Auswahl des gewünschten Steckplatzes (Seriell 1 oder Seriell 2), und drücken Sie den Softkey erneut, um die Dekodierung zu aktivieren.
3. Drücken Sie den Softkey **Modus**. Wählen Sie anschließend den Triggertyp **USB** aus.
4. Drücken Sie den Softkey **Geschwindigkeit** und geben Sie die Geschwindigkeit des USB-Signalsein:
   - **Niedrig (1,5 Mb/s)** – erfordert zwei Single-Ended Tastköpfe.

- **Voll (12 Mb/s** – erfordert zwei Single-Ended Tastköpfe.
- **Hoch (480 Mb/s)** – erfordert einen Differentialtastkopf.

Analoge Kanäle können für beliebige dieser Geschwindigkeiten verwendet werden. Digitale Kanäle können nur für Low und Full (geringe und volle) Geschwindigkeit verwendet werden.

5 Drücken Sie den Softkey **Signale**, um das Menü USB-Signale zu öffnen.

6 Für sowohl D+ als auch D- Signale (für geringe und volle Geschwindigkeit, ähnliche Schritte für die einzelne Quelle für hohe Geschwindigkeit):

a Schließen Sie einen Oszilloskopkanal an das Signal im Messobjekt an.

b Drücken Sie den Softkey **D+ Quelle** oder **D- Quelle**; anschließend drehen Sie de Eingabe, um den Kanal für das Signal auszuwählen.

c Drücken Sie den entsprechenden Softkey **Grenzwert**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf zur Auswahl des Grenzwert-Spannungspegels für das Signal.

Der Grenzwert-Spannungspegel wird bei der Dekodierung verwendet und als Triggerpegel eingesetzt, wenn der Triggertyp auf den ausgewählten seriellen Steckplatz für die Dekodierung festgelegt wird.

7 Drücken Sie den Softkey **Auto-Setup**, um diese Optionen automatisch zum Dekodieren und Triggern auf USB-Signalen einzustellen:

- Niedrige Geschwindigkeit:
  - D+/- Schwellwerte: 1.4 V
  - D+/- Vertikale Skalierung der Quelle: 1.0 V/div
  - D+/- Vertikaler Offset der Quelle: 0.0 V
  - Horizontale Skalierung: 5 µs/div
- Volle Geschwindigkeit:
  - D+/- Schwellwerte: 1.4 V
  - D+/- Vertikale Skalierung der Quelle: 1.0 V/div
  - D+/- Vertikaler Offset der Quelle: 0.0 V
  - Horizontale Skalierung: 500 ns/div

- Hochgeschwindigkeit:
  - D+/- Schwellwerte: 0.0 V
  - D+/- Vertikale Skalierung der Quelle: 200 mV/div
  - D+/- Vertikaler Offset der Quelle: 0.0 V
  - Horizontale Skalierung: 20 ns/div
- Seriell dekodieren: Ein
- Triggermodus: aktuell aktiver serieller Bus
- USB-Triggermodus: Start des Pakets

USB 2.0 Triggerung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von USB 2.0-Signalen finden Sie unter "Einrichtung für ARINC 2.0-Signale" auf Seite 559.

Um auf ein USB 2.0 Signal zu triggern, verbinden Sie das Oszilloskop mit den D+ und D- Leitungen und konfigurieren eine Triggerbedingung.

1 Drücken Sie **[Trigger] Trigger**.

2 Drücken Sie im Menü Trigger den Softkey **Trigger**. Wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) aus, an dem die USB 2.0-Signale dekodiert werden.

3 Drücken den Softkey **Trigger** und verwenden Sie den Eingabedrehknopf, um das USB-Paket, den Fehler oder Ereignis zu wählen, auf das getriggert werden soll:

- **SOP - Start des Pakets** – das Oszilloskop triggert auf das Synchronisationsbit am Anfang des Pakets (nur geringe und volle Geschwindigkeit).
- **EOP – Ende des Pakets** – das Oszilloskop triggert auf das Ende des SE0-Abschnitts des EOP (nur geringe und volle Geschwindigkeit).
- **Aussetzen** – triggert, wenn der Bus > 3 ms (nur geringe und volle Geschwindigkeit) aktiv ist.

- **Wiederaufnehmen** – triggert, wenn ein Inaktivitätszustand > 10 ms beendet wird (nur geringe und volle Geschwindigkeit).
- **Zurücksetzen** – triggert, wenn SE0 gleich > 10 ms (nur geringe und volle Geschwindigkeit).
- **Token-Paket** – triggert, wenn ein Token-Paket mit dem angegebenen Inhalt erkannt wird.
- **Datenpaket** – triggert, wenn ein Datenpaket mit dem angegebenen Inhalt erkannt wird.
- **Handshake-Paket** – triggert, wenn ein Handshake-Paket mit angegebenem Inhalt erkannt wird.
- **Spezialpaket** – triggert, wenn ein Spezialpaket mit angegebenem Inhalt erkannt wird.
- **Alle Fehler** – triggert bei allen oben genannten Fehlern.
- **PID-Fehler** – triggert, wenn das Pakettyp-Feld dem Prüffeld nicht entspricht.
- **CRC5-Fehler** – triggert, wenn ein 5 Bit-CRC-Fehler erkannt wird.
- **CRC16-Fehler** – triggert, wenn ein 16 Bit-CRC-Fehler erkannt wird.
- **Störimpulsfehler** – triggert, wenn zwei Übergänge in der Zeit eines Halbbits auftreten.
- **Bit-Stuffing-Fehler** – triggert, wenn > 6 aufeinanderfolgende erkannt werden (nur geringe und volle Geschwindigkeit).
- **SE1 Error** – triggert, wenn SE1 > 1 Bitzeit (nur geringe und volle Geschwindigkeit).

4 Wenn Sie die Triggerbedingung **Token-Paket**, **Daten-Paket**, **Handshake-Paket**, oder **Spezialpaket** wählen:

a Drücken Sie den Softkey **PID**, um die gewünschte Paket-ID für den ausgewählten Pakettyp auszuwählen.

b Drücken Sie den Softkey **Base**, um die Zifferbasis **Hex** oder **Binär** für die Anzeige oder Eingabe von Triggerwerten für USB-Pakete zu wählen.

Beachten Sie, dass die Einstellung dieses Softkeys nicht die ausgewählte Basis der Dekodierungsanzeige beeinflusst.

c Drücken Sie den Softkey **Bits**.

d Drücken Sie im USB-Bits-Menü den Softkey **Definieren**, um den Triggerwert für die Anzeige auszuwählen.

e Verwenden Sie die weiteren Softkeys, um den Wert anzugeben.

Einzelheiten zur Verwendung der Softkeys im Menü USB-Bits erhalten Sie, indem Sie den entsprechenden Softkey gedrückt halten und so die integrierte Hilfe anzeigen.

HINWEIS Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das USB 2.0-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

HINWEIS Informationen zur Anzeige der USB 2.0-Dekodierung finden Sie unter “USB 2.0 – Serielle Dekodierung" auf Seite 563.

USB 2.0 – Serielle Dekodierung

Informationen zur Konfiguration des Oszilloskops für die Erfassung von USB 2.0-Signalen finden Sie unter “Einrichtung für ARINC 2.0-Signale" auf Seite 559.

HINWEIS Informationen zum Setup für die USB 2.0-Triggerung finden Sie unter “USB 2.0 Triggerung" auf Seite 561.

So konfigurieren Sie die serielle USB 2.0-Dekodierung:

1 Drücken Sie auf **[Serial] Seriell**, um das Menü Seriell dekodieren anzuzeigen.

2 Drücken Sie den Softkey **Base für Daten**, um die Basis (Hex, Binär, ASCII, oder Dezimal) auszuwählen, in der die dekodierten Daten angezeigt werden.

3 Wenn die Dekodierungszeile nicht in der Anzeige erscheint, drücken Sie die Taste **[Serial] Seriell**, um diese einzuschalten.

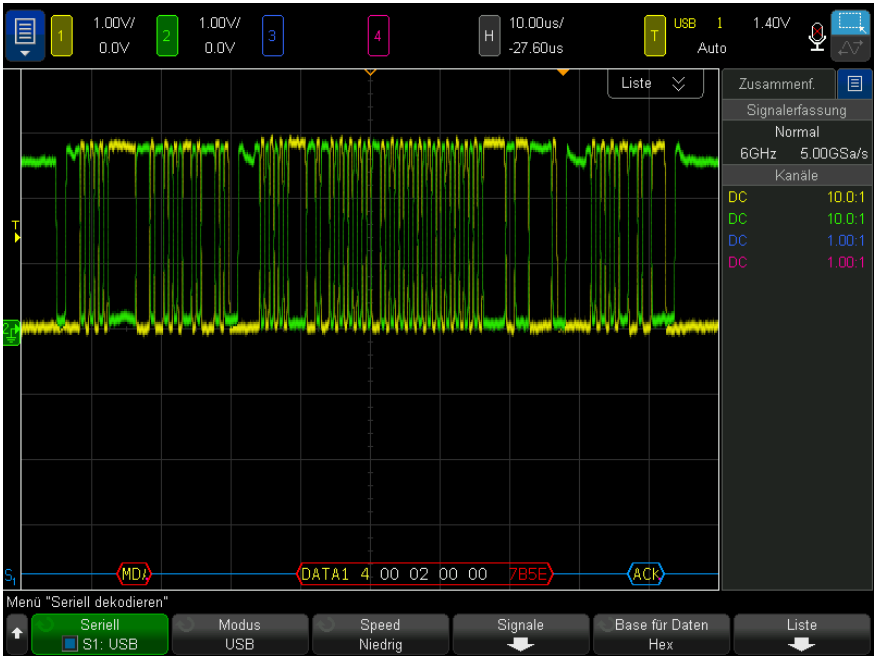
4 Wenn das Oszilloskop gestoppt ist, drücken Sie die Taste **[Run/Stop] Start/Stopp**, um Daten zu erfassen und zu dekodieren.

HINWEIS Wenn über das Setup kein stabiler Trigger erzeugt wird, ist das USB 2.0-Signal möglicherweise langsam genug für eine automatische Triggerung (AutoTriggering) des Oszilloskops. Drücken Sie die Taste **[Mode/Coupling] Modus/Kopplung** und anschließend den Softkey **Modus**, um den Triggermodus von **Auto** auf **Normal** zu stellen.

Mit dem Fenster **Horizontaler Zoom** können Sie leichter durch die erfassten Daten navigieren.

Siehe auch
- "Interpretieren der USB 2.0 Dekodierungsanzeige" auf Seite 565
- "Interpretieren von USB 2.0-Auflisterdaten" auf Seite 567
- "Suchen nach ARINC 2.0-Daten im Auflister" auf Seite 568

Interpretieren der USB 2.0 Dekodierungsanzeige



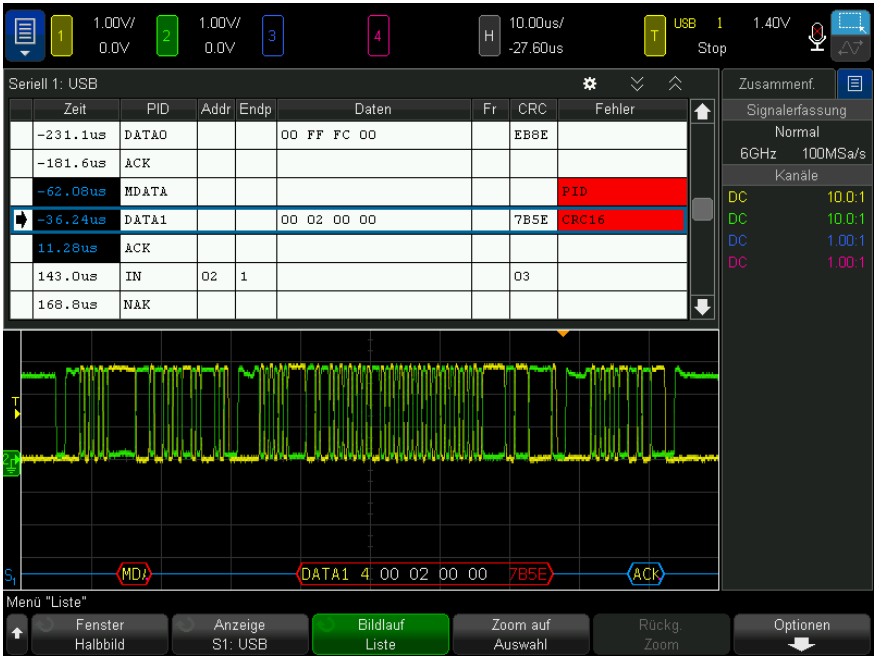
Die USB-Dekodierungsanzeige ist wie folgt farbkodiert:

- Für Token-Pakete (alle außer SOF):
  - PID (gelb, "OUT", "IN", "SETUP", "PING")
  - PID-Prüfung (gelb bei Gültigkeit, rot bei Fehlererkennung)
  - Adresse (blau)
  - Endpunkt (grün)
  - CRC - (blaue Hex-Ziffern bei Gültigkeit, rote Hex-Ziffern bei Entdeckung eines Fehlers)
- Für Token Packets (SOF):
  - PID (gelb, "SOF")
  - PID-Prüfung (gelb bei Gültigkeit, rot bei Fehlererkennung)
  - Frame (grün) – die Framenummer

  - CRC - (blaue Hex-Ziffern bei Gültigkeit, rote Hex-Ziffern bei Entdeckung eines Fehlers)
- Für Datenpakete:
  - PID (gelb, "DATA0", "DATA1", "DATA2", "MDATA")
  - PID-Prüfung (gelb bei Gültigkeit, rot bei Fehlererkennung)
  - Daten (weiß)
  - CRC - (blaue Hex-Ziffern bei Gültigkeit, rote Hex-Ziffern bei Entdeckung eines Fehlers)
- Für Handshake-Pakete:
  - PID (gelb, "ACK", "NAK", "STALL", "NYET", "PRE", "ERR")
  - PID-Prüfung (gelb bei Gültigkeit, rot bei Fehlererkennung)
- Für Split Transaction Token-Pakete:
  - PID (gelb, "SPLIT")
  - PID-Prüfung (gelb bei Gültigkeit, rot bei Fehlererkennung)
  - Hub-Adr (grün)
  - SC (blau)
  - Anschluss (grün)
  - S & E|U (blau)
  - ET (grün)
  - CRC - (blaue Hex-Ziffern bei Gültigkeit, rote Hex-Ziffern bei Entdeckung eines Fehlers)

Ist das Paket unbekannt, weil die PID außerhalb des Bildschirms liegt, werden alle Bytes orange angezeigt.

Interpretieren von USB 2.0-Auflisterdaten



Neben der Standardspalte Zeit umfasst der USB 2.0-Auflister folgende Spalten:

- PID – PID wird als roter Text angezeigt, wenn der Wert für die PID-Prüfung nicht übereinstimmt.
- Addr – Adresse.
- Endp – Endpunkt.
- Data – entweder die Daten eines Datenpakets oder die verschiedenen Felder eines SPLIT-Pakets.
- Fr – Frame – Rahmennummer eines SOF-Pakets.
- CRC.
- Fehler – Jeweils "PID", "CRC5", "CRC16", "Störimpuls", "Stuff" , oder "SE1". Die Hintergrundfarbe ist rot, um auf einen Fehler hinzuweisen.

Alias-Daten werden pink hervorgehoben. Verringern Sie in diesem Fall die horizontale Zeit-/Div.-Einstellung und führen Sie den Vorgang erneut aus.

Wenn der Pakettyp unbeknannt ist, weil die PID außerhalb des Bildschirms liegt, verfügt der Auflistertext über einen roten Hintergrund.

Suchen nach ARINC 2.0-Daten im Auflister

Die Suchfunktion des Oszilloskops ermöglicht Ihnen die Suche (und die Kennzeichnung) bestimmter Typen von USB 2.0-Daten im Auflister. Mit der Taste **[Navigate] Navig.** und den entsprechenden Steuerelementen können Sie die markierten Zeilen durchlaufen.

1 Während USB 2.0 als serieller Dekodierungsmodus ausgewählt ist, drücken Sie **[Search] Suchen**.

2 Drücken Sie im Menü Suchen den Softkey **Suchen**. Drehen Sie anschließend den Eingabedrehknopf, um den seriellen Steckplatz (Seriell 1 oder Seriell 2) auszuwählen, an dem die USB 2.0-Signale dekodiert werden.

3 Drücken Sie im Menü Suchen auf **Suchen nach** und wählen Sie dann aus folgenden Optionen aus:

- **Token-Paket** – Findet ein Token-Paket mit dem angegebenen Inhalt.
- **Datenpaket** – Sucht ein Datenpaket mit angegebenem Inhalt.
- **Handshake-Paket** – Findet ein Handshake-Paket mit angegebenem Inhalt.
- **Spezialpaket** – Findet ein Spezialpaket mit angegebenem Inhalt.
- **Alle Fehler** – Findet alle folgenden Fehler.
- **PID-Fehler** – Findet Pakettypfelder, die dem Prüfffeld nicht entsprechen.
- **CRC5-Fehler** – Findet 5 Bit-CRC-Fehler.
- **CRC16-Fehler** – Findet 16 Bit-CRC-Fehler.
- **Störimpulsfehler** – Findet zwei Übergänge, die in der Zeit eines Halbbits auftreten.
- **Bit-Stuffing-Fehler** – Findet > 6 aufeinanderfolgende (nur geringe und volle Geschwindigkeit).
- **SE1-Fehler** – Findet Bedingung SE1 > 1 Bit Zeit (nur geringe und volle Geschwindigkeit).

Weitere Informationen zur Suche von Daten finden Sie unter “Durchsuchen von Auflister-Daten" auf Seite 163.

Weitere Informationen zur Verwendung der Taste **[Navigate] Navig.** und der Steuerelemente finden Sie unter “Navigieren in der Zeitbasis" auf Seite 84.

Index

Symbols

, Takt, 132
, und drücken Sie dann den Softkey, 244
, Zeitablenkung, 42
(, 392
+Breite bis +Breite Jitter-Messung, 318

Numerics

1 M Ohm, Eingangsimpedanz, 91
10 MHz REF-Anschluss, 401
10 MHz-Anschluss, 65
10er-Exponentialfunktion, math., 122
50-Ohm-Eingangsimpedanz, 91

A

Abfallzeit, Messungstrend, 129
Abruf von Dateien über die Webschnittstelle, 420
Abruf von Maskendateien, 379
Abrufen, Setups, 379
Abschwächer, 96
Abschwächung, Messsonde, externer Trigger, 230
Absoluter Wert, math. Funktion, 120
Abtastrate, 4
Abtastrate und Speichertiefe, 238
Abtastrate, aktuell angezeigte Abtastrate, 72
Abtastrate, Oszilloskop, 234, 236
Abweichung, FM-Modulation, 363
AC RMS - N-Zyklen-Messung, 276
AC RMS - Vollbildmessung, 276
AC-Kanalkopplung, 90
Addition, mathematische Funktion, 103
Adresse ohne Quittung, I2C-Trigger, 485
Adresse, I2C-Trigger, 485
AERO-Lizenz, 436
aktive Tastköpfe, 94
Aktiver serieller Bus, 469, 490, 501, 513, 555
Aktivitätsanzeige, 147
Aktualisieren des Oszilloskops, 438
Aktualisieren von Software und Firmware, 438
Aliasing, 233
Aliasing, FFT, 116
alle Flanken messen, 313
alle Flanken, messen, 313
Alle Messungen schnell, 410
Allgemeiner Video-Trigger, 209
AM (Amplitudenmodulation), Wellenformgeneratorausgang, 361
Amplitudenmodulation (AM), Wellenformgenerator-Ausgang, 361
Analogfilter, Abgleich, 109
Analogkanal, Messsondendämpfung, 95
Analogkanal, Setup, 87
Analogkanaleingänge, 46
Analyse Segmente, 250, 293
Analyseergebnisse, Speichern, 369
Angezeigte Kanäle, automatische Skalierung, 399
Anhalten, Erfassung, 43
Anmerkung, hinzufügen, 170
Annäherung mit abnehmendem Durchschnitt, 125
Anschließen digitaler Messsonden, 141
Anschlüsse, Rückseite, 64
Anstiegs-/Abfallzeit-Trigger, 198
Anstiegszeit, Messungstrend, 129
Anstiegszeit, Oszilloskop, 237
Anstiegszeit, Signal, 237
Anti-Aliasing, deaktivieren/aktivieren, 174
Anzeige löschen, 169
Anzeige, Löschen, 169
Anzeige, Taste, 41
Anzeige, verstehen, 66
Anzeigelöschung, Anzeige-Schnelllöschung, 410
Anzeige-Schnelllöschung, 410
Arbiträr erzeugte Wellenformen, Bearbeiten, 349
Arbiträrsignale, Bearbeiten vorhandener, 352
Arbiträrsignale, Erstellen neuer, 351
Arbiträrsignale, Kopieren aus anderen Quellen, 356
Arbiträrwellenformgenerator-Ausgang, 347
ARINC 429 - Serielle Dekodierung, 528
ARINC 429-Totalisator, 532
ARINC 429-Trigger, 527
ARINC 429-Wort-/Fehlerzähler, 532
ARINC 429-Dekodierung, Signalgeschwindigkeit, 525
ARINC 429-Dekodierung, Signaltyp, 526
ARINC 429-Dekodierung, Wortformat, 529
ASCII, 372
ASCII-Dateiformat, 368
AUDIO-Lizenz, 436
Auflage, lokalisierte, 48
Auflister, 161
Aufruf, 410
Aufruf, Schneller erneuter Aufruf, 410
Ausführung, Steuerungstasten, 43
Ausgang, Trigger, 401
Ausgangserfassungs-Datensatz, 373
Ausgleichen passiver Messsonden, 47
Auswahl, Dateiexplorer Softkey-Bezeichnung, 394

Auswählen digitaler Kanäle, 149
Auswählen, Werte, 40
Auswahlknopf, 149
Auto, 224
Auto Inkrement, 377
Auto Setup, FFT, 111
Auto? Triggeranzeige, 225
AutoIP, 391, 392
Automatische Messungen, 263
automatische Messungen, 266
Automatische Skalierung rückgängig machen, 36
Automatische Skalierung, digitale Kanäle, 145
Automatische Skalierung, Einstellungen, 399
Automatisches Setup, 145
AUTO-Option, 436
AutoProbe-Schnittstelle, 46, 91
Auto-Setup, FFT, 111
Ax + B math. Funktion, 119

B

Bandbreite, 407
Bandbreite, Echtzeitabtastung, 247
Bandbreite, Oszilloskop, 234
Bandbreitenbegrenzung, 92
BB-Begr.? in DVM-Anzeige, 339
Bedienfeld, Bildschirm nur aus der Ferne, 415
Bedienfeld, Sprachmaske, 48
Bedienfeld, Steuerungen und Anschlüsse, 38
Bedienfeld, Tablet-Remote-Bedienfeld, 416
Bedienfeldmasken in traditionellem Chinesisch, 50
Bedienfeldmasken in vereinfachtem Chinesisch, 50
bei Ereignissen ein Signal ausgeben, 397
Benutzerdefinierte Kalibrierung, 406
Benutzerdefinierter Schwellenwert, 149
Bereich - N-Zyklen-Messung, 288
Bereich - Vollbildmessung, 288
Bereich, externer Triggereingang, 230
Beschädigung, Versand, 29
Betrachten, Neigen des Geräts, 32
Bezeichnungen, 177
Bezeichnungen, automatische Erhöhung, 180
Bezeichnungen, Standardbibliothek, 182
Bezeichnungsliste, 181
Bezeichnungsliste laden aus Textdatei, 181
Bibliothek, Bezeichnungen, 179
Bildschirm drucken, 383
Bildschirmbild über Webschnittstelle, 421
Bildschirmschoner, 398
Binärdaten (.bin), 438
Binärdaten in MATLAB, 439
Binärdaten, Beispielprogramm zum Lesen, 442
Binärdatendatei, Beispiele, 443
BIN-Dateiformat, 368
Bitmuster-Trigger, 193
Bitrate-Messung, 282
Bits, SPI-Trigger, 498
Blackman-Harris, FFT-Fenster, 111
BMP-Dateiformat, 368
Breite - Messung, 281
Breite + Messung, 281
-Breite bis -Breite Jitter-Messung, 318
Browser Web Control, 413, 414, 415, 417
Burst, Signal-Bursts erfassen, 248
Busanzeigemodus, 150

C

CAN seriell dekodieren, 456
CAN-Dekodierung, Quellkanäle, 450
CANFD-Lizenz, 436
CAN-FD-Standard, 452
CAN-Frame-Zähler, 459
CAN-Symbolikdaten, 453
CAN-Totalisator, 459
CAN-Trigger, 454
Chart Logic Bus Timing, math. Funktion, 129
Chart Logic Busstatus, math. Funktion, 130
CMOS-Schwellenwert, 149
COMP-Lizenz, 436
Copyright, 2
CSV-Dateien, Mindest- und Höchstwerte, 446
CSV-Dateiformat, 368
CSV-Daten, 372
Cursor, binär, 255
Cursor, Hexmodus, 255
Cursor, manuell, 254
Cursor, Messmodus, 255
Cursor, torgestesteuertes Messungsfenster, 291
Cursor, Wellenform verfolgen, 255
Cursor-Einheiten, 256
Cursorknopf, 45
Cursor-Messungen, 253
Cursor-Taste, 45

D

D*, 44, 150
d/dt, mathematische Funktion, 105
Dachmessung, 272
Dämpfung, Messsonde, 95
Dämpfungsfaktor (PLL zweiter Ordnung), Taktwiederherstellung, 134
Datei speichern, abrufen, laden, 393
Datei-Explorer, 393
Dateiformat, ASCII, 368
Dateiformat, BIN, 368
Dateiformat, BMP, 368
Dateiformat, CSV, 368
Dateiformat, PNG, 368
Dateiname, neu, 376
Dateitasten, 45
Daten ohne Quittung schreiben, Bedingung, I2C-Trigger, 486
Datenblatt, 427
Datenerfassungsmodus, 246
Daten-TIE Jitter-Messung, 315
DC RMS - N-Zyklen-Messung, 276
DC RMS - Vollbildmessung, 276
DC-Kanalkopplung, 90
DC-Offset, Korrektur für integrierte Wellenform, 107
DC-Signale, Überprüfen, 225
DC-Wellenformgeneratorausgang, 347
Definition schneller SENT-Signale, 538
Dekadischer Logarithmus, math. Funktion, 121

Demo 1, Anschluss, 47
Demo 2, Anschluss, 47
Deutsche Bedienfeldmasken, 50
Dezibel, FFT-Vertikaleinheiten, 111
Dezimieren von Samples, 238
Dezimierung für Bildschirm, 446
Dezimierung für Messdatensatz, 446
DHCP, 391, 392
Die Farbkorrekturdatenbank ist gefüllt, 306
Dienstprogramme, 389
Differentialmesssonden, 432
Differenzieren, mathematische Funktion, 105
Digital Kanäle, automatische Skalierung, 145
Digital Messsonden, 141
Digital Messsonden, Impedanz, 154
Digitalanzeige, verstehen, 147
Digitale Kanäle, 148
Digitale Kanäle, Messsonden, 154
Digitale Messsonden, 154
Digitaler Busmodus, 150
Digitalkanal, Menü, 148
Digitalkanäle, aktivieren, 438
Digitalkanäle, Größe, 148
Digitalkanäle, Logikschwellenwert, 149
Digitalkanaleingänge, 65
Digitalkanalsteuerungen, 44
Digital-Taste, 44
Digitalvoltmeter (DVM), 338
Display, Bereich, 67
Display, Persistenz, 167
Display, Signaldaten, 165
Display, Softkey-Funktionsbezeichnungen, 68
Display, Statuszeile, 67
Division, math. Funktion, 104
DNS-IP, 391
Drucken, 410
Drucken der Anzeige, 383
Drucken, Querformat, 387
Drucken, Schnelldruck, 410
Drucken, Taste, 45
Drucker, USB, 47, 383
Druckoptionen, 386
Dual-Kanal-Verfolgung via Wellenformgenerator, 366
Dual-Kanal-Verfolgung, Wellenformgenerator, 366
Dunkeltastung, 79
durch Cursor torgesteuertes Messungsfenster, 291
DVM (Digitalvoltmeter), 338
DVMCTR-Lizenz, 436
DVM-Grenze, Signal bei, 397
DVM-Grenzwert, Signal bei, 340
Dynamischer DNS, 391

E

E/A-Schnittstelleneinstellungen, 389
Echtzeitabtastung und Oszilloskop-Bandbreite, 247
Echtzeitaugeanalyse-Messungen, 268
Echtzeitaugenanalyse, 319
ECL-Schwellenwert, 149
EDK-Lizenz, 436
EEPROM-Daten lesen, I2C-Trigger, 486
Eigenständige Verbindung, 392
Eingabedrehknopf, 40
Eingabedrehknopf drücken zur Auswahl, 40
Eingangsimpedanz, Analogkanaleingang, 91
Einheiten, Cursor, 256
Einheiten, externer Trigger, Messsonde, 230
Einheiten, math., 101, 102
Einheiten, Messsonde, 94
einpolige aktive Messsonden, 431
Einschalten, 32
Einschalten, Kanal, 46
Einzel, Signal bei, 397
Einzelerfassung, 43
E-Mail, Quick-E-Mail, 410
EMBD-Lizenz, 436
Energie eines Impulses, 107
Energieverbrauch, 32
Entsprechungszeit-Sampling, 247
Erdungsanschluss, 47
Erdungspegel, 88
Ereignistabelle, 161
erfassen, 231
Erfassen, Taste, 41
Erfassungmodus Mittelwertbildung, 243, 244
Erfassungmodus, Normal, 239
Erfassungsmodi, 231
Erfassungsmodus, 238
Erfassungsmodus Normal, 239
Erfassungsmodus, Beibehalten während automatischer Skalierung, 399
Erfassungsmodus, hohe Auflösung, 245
Erfassungsmodus, Mittelwertbildung, 243, 244
Erfassungsmodus, Spitze erkennen, 240
Erfassungsspeicher, 184
Erfassungsspeicher, speichern, 372
Erforderliche Bandbreite, Oszilloskop, 237
Erforderliche Oszilloskopbandbreite, 237
Erwartete Ausgangslast, Wellenformgenerator, 358
Erweitern über, 396
Erweitern über Mitte, 396
Erweitern über Signal-Null-Linie, 396
Erzwingen eines Triggers, 185
explizite Taktwiederherstellung, 134
Exponential, math. Funktion, 122
Exponentieller Abfall, Wellenformgeneratorausgang, 348
Exponentieller Anstieg, Wellenformgeneratorausgang, 348
Exportieren von Wellenformen, 367
EXT TRIG IN als Z-Achseneingang, 79
EXT TRIG IN-Anschluss, 47
Externer Trigger, 229
Externer Trigger, Eingangsimpedanz, 230
externer Trigger, Eingangssignalbereich, 230
Externer Trigger, Messsondenabschwächung, 230
Externer Trigger, Messsondeneinheiten, 230
Externes Speichergerät, 47

F

Faltfrequenz, 233
Farbkorrektur-Farbschema Intensität, 309
Farbkorrektur-Farbschema Temperatur, 309
Farbkorrektur-Themen, 308
Farbkorrektur-Wellenform, 305
Farbkorrektur-Wellenform, aktivieren, 307
FAT32-Dateisystemformat, 395
FAT-Dateisystemformat, 395
Fehlende Quittung, I2C-Trigger, 486
Feineinstellung, horizontale Skalierung, 81
Feineinstellung, vertikale Skalierung, 93
Fenster, FFT, 111
Fernprogrammierung, Keysight IO Libraries, 418
Fernsteuerung, 389
Fernsteuerung, Webschnittstelle, 417
FFT-Aliasing, 116
FFT-Auflösung, 114
FFT-DC-Wert, 115
FFT-Einheiten, 115
FFT-Fenster, 111
FFT-Messung, Hinweise, 114
FFT-Spektralverbreiterung, 117
FFT-Spitzen, Suchen, 113
FFT-Vertikaleinheiten, 111
Filter Math. Funktion, gemittelter Wert, 124
Filter, math., 123
Filter, math. Funktion, Hoch- und Tiefpass, 123
Firmware-Updates, 438
Firmware-Upgrade-Dateien, 423
Firmwareversion, Informationen, 412
Firmware-Versionen, 423
Fixierungsanzeige, 410
Fixierungsanzeige, Schnellfixierungsanzeige, 410
Flache Oberseite, FFT-Fenster, 111
Flanke dann Flanke, Triggerung, 188
Flanken, alle messen, 313
Flankengeschwindigkeiten, 237
Flankentrigger, 186
Flankentriggerung, 186
Flash-Laufwerk, 47
FLEX-Lizenz, 436
FlexRay - Serielle Dekodierung, 477
FlexRay-Frame-Zähler, 479
FlexRay-Totalisator, 479
FlexRay-Trigger, 474
FM (Frequenzmodulation), Wellenformgeneratorausgang, 362
Frame, LIN-Symbolik, 466
Frame-Trigger, I2C, 486, 487
Französische Bedienfeldmasken, 50
Frequency-Shift Keying Modulation (FSK), Wellenformgeneratorausgang, 364
Frequenz, Messungstrend, 129
Frequenz, Nyquist, 233
Frequenzanforderungen, Spannungsquelle, 32
Frequenzhub, FM-Modulation, 363
Frequenzmodulation (FM), Wellenformgeneratorausgang, 362
Frequenzspitzen, Suche nach, 113
Frequenzzähler, 342
Front Panel, Full Scope Remote, 414
FSK (Frequency-Shift Keying Modulation), Wellenformgeneratorausgang, 364
Full Scope Remote Front Panel, 414
Funktionen, mathematische, 99

G

Garantie, 2, 408
garantierte technische Daten, 427
Gateway-IP, 391
Gaußscher Frequenzgang, 235
Gaußscher Puls, Wellenformgeneratorausgang, 348
Gerät an Service senden, 409
Geräte-Dienstprogramme-Webseite, 423
Getr.? Triggeranzeige, 225
Gitterfarben invertieren, 370
Gitterintensität, 170
Gitterrastertyp, 169
Gittertyp, 169
Glättung, math. Funktion, 125
Goldene Wellenform, Test, 323
Grafik, Histogramm, 301
Greifer, 143, 144
Größe, 148

H

Hanning, FFT-Fenster, 111
Hardware-Selbsttest, 407
Helligkeit, Wellenformen, 40
Hex-Bus-Trigger, 196
HF-Unterdrückung, 228
Hilfe, integrierte, 68
Hilfsprogramm, Taste, 45
Hinweise, 2
Hinzufügen von Digitalkanälen, Lizenz, 438
Histogramm, 295
Histogramm, Messung, 297, 300
Histogramm-Grafik, 301
Histogramm-Statistiken, 302
hochempfindlicher Stromtastkopf N2820A, 268
Hochfrequenz-Rauschunterdrückung, 228
Hochladen neuer Firmware, 412
Hochpassfilter, math. Funktion, 123
Hohe Auflösung, Modus, 238, 245
Holdoff, 228
Hop-Frequenz, FSK-Modulation, 364
Horiz, Taste, 42
Horiz., Taste, 243
Horizontal, Navigieren-Taste, 42
Horizontal, Suchen-Taste, 42
Horizontale Position, Knopf, 73
Horizontale Skalierung, Feineinstellung, 81
Horizontal-Steuerelement Zeit/Div Horizontal-Steuerelement, 42
Horizontal-Steuerelemente, 42, 75
Horizontaltaste, 77
Horiz-Taste, 71
Hostname, 391, 411
Hüllkurve, math. Funktion, 125
Hüllkurve, max/min, 127

I

I2C seriell dekodieren, 489
I2C-Trigger, 484
I2S, seriell dekodieren, 511
I2S-Trigger, 508
Identifikationsfunktion, Webschnittstelle, 422
Imped., Softkey, 91
Impedanz, digitale Messsonden, 154
Impulsbreiten-Trigger, 190
Impuls-Wellenformgeneratorausgang, 347
Inaktiver serieller Bus, 469, 490, 501, 513, 555
InfiniiMax Tastköpfe, 94
Infinite Persistence (unbegrenzte Persistenz), 168
Info zum Oszilloskop, 407
Informationsbereich, 68
Inkrement Statistiken, 293
Installierte Lizenzen, 407
Installierte Optionen, 423
Installiertes Modul, 407
Integrieren, mathematische Funktion, 106
Integrierte Hilfe, 68
Intensität, Taste, 40
Intensitätssteuerung, 165
Interpolieren, Arbiträrsignaloption, 351
Invertieren, Wellenform, 93
IP-Adresse, 391, 411
Italienische Bedienfeldmasken, 50

J

Japanische Bedienfeldmasken, 50
Jitter-Analyse, 311
Jitter-Analyse, Einrichtung, 312
Jitteranalyse-Messungen, 268
Jitter-freier Trigger, 400
JITTER-Lizenz, 436
Jitter-Messung vom Typ Periode-Periode, 317
Jitter-Messungen, 315
Jitter-Taste, 41

K

Kalibrieren, Messsonde, 96
Kalibrierung, 406
Kalibrierung, Signal bei, 397
Kalibrierungsschutzknopf, 64, 65
Kalibrierungsstatus, 423
Kanal invertieren, 93
Kanal, analog, 87
Kanal, Bandbreitenbegrenzung, 92
Kanal, Kopplung, 90
Kanal, Messsondeneinheiten, 94
Kanal, Position, 89
Kanal, Tasten zum Ein-/Ausschalten, 46
Kanal, Versatz, 96
Kanal, vertikale Empfindlichkeit, 89
Kanalbezeichnungen, 177
Kardio-Wellenformgeneratorausgang, 348
Kennwort (Netzwerk), Einstellung, 425
Kennwort (Netzwerk), Zurücksetzen, 426
Keysight IO Libraries Suite, 418
Knöpfe (Tasten), vorderes Bedienfeld, 38
Knöpfe, vorderes Bedienfeld, 38
Kompensieren passiver Messsonden, 37
Konfig., Softkey, 391, 392
Konfiguration für E-Mail, Abbildungen, oder Daten, 377
Konstantfrequenz-Taktwiederherstellung, 133
Kopplung, Kanal, 90
Kopplung, Trigger, 226
Koreanische Bedienfeldmasken, 50
ksx-Dateien, 393

L

Laden von, 376
Laden, Datei, 393
LAN-Anschluss, 66
LAN-Einstellungen, Softkey, 391, 392
Länge, Softkey, 371
Längenbestimmung, 372
langes Speichern, Signal bei, 397
LAN-Schnittstelle, Fernsteuerung, 389
LAN-Verbindung, 391
Leistungsanwendungsmessungen, 268
Leitungsspannung, 32
LIN, seriell dekodieren, 468
LIN-Symbolikdaten, 464
LIN-Trigger, 465
Lizenzen, 436, 438
Logikpegel, 255
Logikschwellenwert, 149
Logik-Voreinstellungen, Signalgenerator, 358
Lokalisierte Bedienfeldmaske, 48
Löschen der Persistenz, 168
Löschen, Anzeige, 243
Löschen, Datei, 393
Löschen, sicheres, 381
Lüftungsanforderungen, 32

M

Maske, Bedienfeld, 48
Maske, TRIG OUT-Signal, 401
Maskendateien, Abrufen, 379
Maskenfehler, Signal bei, 397
Maskenstatistiken, Reset, 410
Maskentest, Triggerausgang, 327, 401
Maskentests, 323
MASK-Lizenz, 436
Math. Filter, 123
math. Filterfunktion, Hüllkurve, 125
math. Funktion FFT, 109
math. Funktion Filter, Glättung, 125
Math. Operatoren, 102
Math. Visualisierungen, 126
Math., 1*2, 104
Math., 1/2, 104
Math., Division, 104
Math., Einheiten, 102
math., FFT, 109
Math., Multiplikation, 104
Mathematik, Addition, 103
Mathematik, differenzieren, 105
Mathematik, Einheiten, 101
Mathematik, Integrieren, 106
Mathematik, Offset, 101
Mathematik, Skalierung, 101
Mathematik, Subtraktion, 103

Mathematik, Verwenden mathematischer Funktionen für Wellenformen, 99
Mathematische Funktion Gemittelter Wert, 124
mathematische Funktion Max halten, 127
mathematische Funktion Min halten, 127
mathematische Funktionen, kaskadiert, 100
Mathematische Transformationen, 105
Math-Taste, 44
MATLAB-Binärdaten, 439
max Hüllkurve, 127
Maximale Abtastrate, 238
Meas., Taste, 45
MegaZoom IV, 5
Mehrere Erfassungen anzeigen, 232
Meldung, CAN-Symbolik, 456
mem4M, 437
Menüzeile, 68
Merkmale, 427
Mess., Taste, 263
Messen, Alle Messungen schnell, 410
Messkategorie, Definitionen, 428
Messmodus-Cursor, 255
Messonden, Differential-, 432
Messsonde kalibrieren, 96
Messsonde, AutoProbe-Schnittstelle, 46
Messsonden, 430, 434, 435
Messsonden, Anschließen am Oszilloskop, 33
Messsonden, digitale, 141
Messsonden, einpolige aktive, 431
Messsonden, passive, 431
Messsonden, passive, Kompensieren, 37
Messsonden, Strom, 433
Messsondenabschwächung, externer Trigger, 230
Messsondenausgleich, 47
Messsondendämpfung, 95
Messsondeneinheiten, 94
Messstatistik, schnelles Reset, 410
Messsteuerelemente, 45
Messung der (-) Breite, 281
Messung der (+) Breite, 281
Messung der Abfallzeit, 282
Messung der Amplitude, 272
Messung der Anstiegszeit, 282
Messung der Basis, 273
Messung der Frequenz, 279
Messung der Phase, 284
Messung der Standardabweichung, 276
Messung der Verzögerung, 282
Messung des Maximums, 271
Messung des Minimums, 272
Messung des Tastverhältnisses, 282
Messung des Überschwingens, 273
Messung des Verhältnisses, 278
Messung des Vorschwingens, 275
Messung einer Periode, 279
Messung Histogramm, 297
Messung Spitze-Spitze, 271
Messungen, 266
Messungen der Anzahl negativer Impulse, 287
Messungen der Anzahl positiver Impulse, 287
Messungen der Anzahl steigender Flanken, 287
Messungen der Burst-Breite, 281
Messungen der Zahl fallender Flanken, 288
Messungen, automatische, 263
Messungen, Jitter, 315
Messungen, Phase, 267
Messungen, Spannung, 270
Messungen, Überschwingen, 267
Messungen, Verzögerung, 267
Messungen, Vorschwingen, 267
Messungen, Zeit, 278
Messungsaufzeichnung, 373
Messungsdefinitionen, 266
Messungsfenster, 291
Messungsfenster mit Zoom, 291
Messungsschwellenwerte, 289
Messungsstatistiken, 291
Messungstrend, math. Funktion, 128
Messwerthistogramm, 300
MIL-STD-1553 - Serielle Dekodierung, 520
MIL-STD-1553-Trigger, 519
min Hüllkurve, 127
Mitte, FFT, 110
Mittelwert - N-Zyklen-Messung, 275
Mittelwert - Vollbildmessung, 275
Mittelwert, Messungstrend, 128
Mittelwertbildung, Modus, 238
Modellnummer, 407, 411
Modulation, Hinzufügen zur Ausgabe des Wellenformgenerators, 359
Modus Rechteck zeichnen, 51
Modus Spitze erkennen, 240
Modus-/Kopplungstaste, Trigger, 223
MSO, 5
MSO-Funktionsupgrade, 438
MSO-Lizenz, 437
Multicast-DNS, 391
Multiplex-Positionsknopf, 44
Multiplex-Skalenknopf, 44
Multiplikation, math. Funktion, 104
Muster, SPI-Trigger, 498

N

Nachtrigger-Informationen, 74
Nachverarbeitung, 264
Natürlicher Logarithmus, math. Funktion, 121
Navigieren in der Zeitbasis, 84
Navigieren, Dateien, 393
Negative Pulsbreite, Messungstrend, 129
Neigen zum Betrachten, 32
Nenndatenrate, Taktwiederherstellung, 133
Netzkabelanschluss, 65
Netzschalter, 33, 39
Netzwerk, Verbindung herstellen, 391
Netzwerkdruckerverbindung, 385
Netzwerkkonfiguration-Parameter, 412
Neue Bezeichnung, 179
Neustartbedingung, I2C-Trigger, 485
Niedrige Impulse, 279
Normal, 224
Normal, Modus, 238
Normalmodus, 239
N-Perioden-Jitter-Messungen, 316
Nte Flanke Burst-Trigger, 200
Nte Flanke Burst-Triggern, 200
Nyquist-Frequenz, 116
Nyquist-Sampling-Theorie, 233

O

ODER-Trigger, 196
Offset (DC) Korrektur für integrierte Wellenform, 107
Operatoren, math., 102
Option für Echtzeitsampling, 246
Optionen, Drucken, 386
Oszilloskopabtastrate, 236
Oszilloskop-Analysesoftware Infiniium Offline N8900A, 369
Oszilloskopanstiegszeit, 237
Oszilloskopbandbreite, 234
Oszilloskopbandbreite, erforderliche, 237

P

Palette, 370
passive Messsonden, 431
Passive Messsonden, Kompensieren, 37
passive Tastköpfe, 94
PC-Verbindung, 392
Pegel, Trigger, 185
Periode, Messungstrend, 128
Periodenzähler, 342
Permanentes Speichern, sicheres Löschen, 381
Persistenz, 167
Persistenz löschen, 168
Persistenz, unendlich, 232
Phase eines frequenzverfolgten Wellenformgenerator-Ausgangs, 366
Phase, X-Cursor-Einheiten, 257
Phasenmessung, 267
PLL 1. Ordnung Taktwiederherstellung, 133
PLL 2. Ordnung Taktwiederherstellung, 134
PNG-Dateiformat, 368
Portugiesische Bedienfeldmasken, 50
Position, 376
Position, analog, 89
Position, digitale Kanäle, 149
Position, Softkey-Bezeichnung im Datei-Explorer, 394
Positionierungsknopf, 149
Positive Pulsbreite, Messungstrend, 129
Präzisionsanalysedatensatz, 373
Präzisionsmessungen und math. Wellenformen, 294
Präzisionsmessungen, Jitter-Analyse und, 312
Press to go, 376
Press to go, Softkeybezeichnung im Datei-Explorer, 394
Probleme durch Übersprechen, 109
Programmierhandbuch, 419
Protokollierung der Remote-Befehle, 404
Pulspolarität, 191
Punkte oder Vektoren, Wellenformanzeige, 173
Punkt-zu-Punkt-Verbindung, 392
PWR-Lizenz, 437

Q

Quadrat, math. Funktion, 120
Quadratwurzel, 118
Qualifizierer, Impulsbreite, 192
Qualifiziertes Ereignis triggern Signal, Kopplung, 341
Querformatmodus, 387
Quick-E-Mail, 410

R

Rasterintensität, 170
Rauschen, 223
Rauschen, Hinzufügen zur Ausgabe des Wellenformgenerators, 359
Rauschen, Hochfrequenz, 228
Rauschen, Niederfrequenz, 226
Rauschen-Wellenformgeneratorausgang, 348
Rauschunterdrückung, 227
Rechteck, FFT-Fenster, 111
Rechteckwellen, 235
Rechteck-Wellenformgeneratorausgang, 347
Referenzpunkt, Wellenform, 396
Referenzsignalmodus, 401
Referenzwellenformen, 135
Ref-Taste, 44
Reinigen, 408
Remote Front Panel, 417
Remote-Befehle, Protokollierung, 404
RML-Lizenz, 437
RMS - AC, Messungstrend, 128
Rollen, Modus, 76
RS232-Trigger, 551
rückseitige Anschlüsse, 64
Russische Bedienfeldmasken, 50

S

Sägezahn-Wellenformgeneratorausgang, 347
Sampling, Übersicht, 233
Sampling-Theorie, 233
Schleifenbandbreite (PLL), Taktwiederherstellung, 133
Schnellbefehle, Taste, 45
Schnell-Debug, automatische Skalierung, 399
Schnelldruck, 410
Schneller erneuter Aufruf, 410
Schnelles Maskenstatistiken-Reset Mask Statistics Reset, 410
Schnelles Messstatistik-Reset, 410
Schnellfixierungsanzeige, 410
Schnellhilfe, 68
Schnellhilfe, Sprache, 69
Schnellspeicherung, 410
Schnell-Trigger-Modus, 410
Schoner, Bildschirm, 398
Schwellenwert, analoge Kanalmessungen, 289
Schwellenwert, Digitalkanäle, 149
SCL, I2C-Trigger, 484
SCLK, I2S-Trigger, 506
SCPI-Befehlsfenster, 417
Screen Only Remote Front Panel, 415
SDA, 483
SDA, I2C-Trigger, 484
Segment speichern, 371
Segmente analysieren, 248
segmentierbarer Speicher, 248
Segmentierbarer Speicher, Segmente speichern, 371
segmentierbarer Speicher, Zeit für erneute Triggerbereitschaft, 251

segmentierter Speicher, statistische Daten, 250
Seitenleiste, 54
Selbsttest des vorderen Bedienfelds, 407
Selbsttest, Hardware, 407
Selbsttest, vorderes Bedienfeld, 407
SENSOR-Lizenz, 437
SENT Daten, Suchen nach, 548
SENT dekodieren, interpretieren, 543
SENT, seriell dekodieren, 542
SENT-Auflisterdaten, 546
SENT-Dekodierung, Signalkonfiguration, 535
SENT-Trigger, 540
Serial Clock, I2C-Trigger, 484
Serial-Data, I2C-Trigger, 484
Seriell, Taste, 44
Serielle Daten, 483
Serielle Dekodierung, Steuerungen, 44
serielle Uhr, I2S-Trigger, 506
Seriennummer, 407, 411
Servicefunktionen, 405
Setup, automatisch, 145
Setup, Standard, 34
Setup-Dateien, Speichern, 370
Setups, Abrufen, 379
Setup-und-Halten-Triggern, 203
Sicheres Löschen, 381
Sicherheitsvorkehrungen für den Versand, 409
Sicherheitswarnung, 34
Sigma, Minimum, 326
Signal, CAN-Symbolik, 456
Signal, LIN-Symbolik, 466
Signal-Bursts erfassen, 248
Signalgenerator, Logik-Voreinstellungen, 358
Signalrauschen, 223
Single-Shot-Ereignisse, 232
Single-Shot-Erfassungen, 225
Sinus-Wellenformgeneratorausgang, 347, 348
Snapshot All, Schnellbefehl, 410
Snapshot, Messungen, 270
Softkey und geben Sie den Hostnamen über das Tastenfeld ein., 392
Softkey-Funktionsbezeichnungen, 68
Softkeys, 8, 39
Software-Updates, 438
Softwareversion, 407
Spanische Bedienfeldmasken, 50
Spanne, FFT, 110
Spannungsmessungen, 270
Spannungsversorgung, 65
Spannungsversorgungsanforderungen, 32
Speicher, segmentierter, 248
Speichern, 410
Speichern in, 376
Speichern von Dateien über die Webschnittstelle, 419
Speichern von Daten, 367
Speichern, Datei, 393
Speichern, Schnellspeicherung, 410
Speichern, Setup-Dateien, 370
Speichern/Abrufen über die Webschnittstelle, 419
Speichern/Abrufen, Taste, 45
Speicherorten, Navigieren, 376
Speichertiefe und Abtastrate, 238
Speicherzeiten, Daten, 373
Spektralverbreiterung, FFT, 117
SPI, seriell dekodieren, 499
SPI-Trigger, 497
Spitze erkennen, Modus, 238, 240
Sprache der Benutzeroberfläche, 69
Sprache der grafischen Benutzerschnittstelle, 69
Sprache, Benutzeroberfläche und Schnellhilfe, 69
Spracherkennung, 63
Sprachsteuerung, 396
Sprecheroptionen, 396
Standardbezeichnungsbibliothek, 182
Standardeinstellungen des Wellenformgenerators, Wiederherstellen, 365
Standardeinstellungen, Wellenformgenerator, 365
Standardkonfiguration, 34
Standard-Setup, 34, 381
Standard-Setup, Taste, 43
Startbedingung, I2C, 485
Starten, Erfassung, 43
Start-Freq., FFT, 110
Statistiken, Histogramm, 302
Statistiken, Inkrementieren, 293
Statistiken, Maskentest, 328
Statistiken, Messung, 291
Statistiken, mit segmentiertem Speicher, 250
Status, Benutzerkal., 408
Status, Logic Bus Chart, 130
Status, Timing Logic Bus, 129
Statuszeile, 67
Steilheit einer Wellenform, 105
Stellen, Zähleraufl ösung, 342
Steuerung der horizontalen Position, 42
Steuerung, Remote, 389
Steuerungen, vorderes Bedienfeld, 38
Stop-Freq., FFT, 110
Stoppbedingung, I2C, 485
Störimpulse, Erfassung, 240
Störimpuls-Trigger, 190
Strommesssonden, 433
Subnetzmaske, 391
Subtraktion, mathematische Funktion, 103
Suchen, Taste, 42
Symbolikdaten, CAN, 453
Symbolikdaten, LIN, 464
Synchronisationsimpuls, Wellenformgenerator, 357

T

Tablet-Remote-Bedienfeld, 416
Takt-TIE Jitter-Messung, 316
Taktwiederherstellung, 132
Taste Analyse, 41
Taste Anzeige löschen, 41
Taste Berühren, 46, 50
Taste Bez., 46
Taste Einzeln, 232
Taste Horiz, 79
Taste horizontaler Zoom, 42
Taste Navig. Navig., 42
Taste Ref., 135
Taste Schnellbefehle, 409
Tasten, vorderes Bedienfeld, 38
Tastgrad, Messungstrend, 129
Tastkopf, 96
Tatsächliche Abtastrate, 238
technische Daten, 427
Test, Maske, 323

TF-Unterdrückung, 226
Themen, Farbkorrektur, 308
Theorie, Sampling, 233
Tiefpassfilter, math. Funktion, 123
Tools-Tasten, 45
Totalisator, ARINC 429, 532
Totalisator, CAN, 459
Totalisator, FlexRay, 479
Totalisator, UART/rs232, 556
Totalisator-Zähler, 342
Touch-Geste Pinch, 52
Touch-Geste Streichen, 52
Touch-Geste Ziehen, 52
Touchscreen-Steuerelemente, 50
Transformationen, mathematische, 105
Transientenfestigkeit, 429
Transparente Hintergründe, 396
TRIG OUT-Anschluss, 65, 401
TRIG OUT-Signal und Zonenqualifizierter Trigger, 221
Trigger, allgemeine Informationen, 184
Trigger, Definition, 184
Trigger, Erzwingen, 185
Trigger, extern, 229
Trigger, Holdoff, 228
Trigger, Modus/Kopplung, 223
Trigger, Quelle, 186
Trigger, Signal bei, 397
Trigger, TRIG OUT-Signal, 401
Trigger, zonenqualifizierter, 219
Triggeranzeige, Auto?, 225
Triggeranzeige, Getr.?, 225
Triggerausgang, 401
Triggerausgang, Maskentest, 327, 401
Triggerbereitschaftszeit, 251
Triggerkopplung, 226
Triggermodus, automatisch oder normal, 224
Triggermodus, Schnell-Trigger-Modus, 410
Triggern auf beide Flanken, 188
Triggern für niedrige Impulse, 201
Triggerpegel, 185
Trigger-Steuerelemente, 41
Triggertyp, Anstiegs-/Abfallzeit, 198
Triggertyp, ARINC 429, 527
Triggertyp, Bitmuster, 193
Triggertyp, CAN, 454
Triggertyp, Flanke, 186
Triggertyp, Flanke dann Flanke, 188
Triggertyp, FlexRay, 474
Triggertyp, Hex-Bus, 196
Triggertyp, I2C, 484
Triggertyp, I2S, 508
Triggertyp, Impulsbreite, 190
Triggertyp, LIN, 465
Triggertyp, MIL-STD-1553, 519
Triggertyp, niedrige Impulse, 201
Triggertyp, Nte Flanke Burst, 200
Triggertyp, ODER, 196
Triggertyp, RS232, 551
Triggertyp, SENT, 540
Triggertyp, Setup und Halten, 203
Triggertyp, SPI, 497
Triggertyp, Störimpuls, 190
Triggertyp, UART, 551
Triggertyp, Video, 204
Triggertypen, 183
Triggertypen, USB 2.0, 561
TTL-Schwellenwert, 149

U

U2H-Lizenz, 437
UART/RS232 Lizenz, 436
UART/RS232 serielles Dekodieren, 553
UART/RS232-Frame-Zähler, 556
UART-Totalisator, 556
UART-Trigger, 551
Überschwingmessung, 267
Überspannungskategorie, 429
Uhr, 400
Unbegrenzte Persistenz, 240
unbestimmt, 256
unendliche Nachleuchtdauer, 232
Unterdrückung des Niederfrequenzrauschens, 226
Unzureichend abgetastete Signale, 233
Upgrade-Dateien, 423
Upgrade-Optionen, 436
usb, 395
USB 2.0 - Serielle Dekodierung, 563
USB 2.0 Trigger, 561
USB, CD-Gerät, 395
USB, Deaktivieren des Geräts, 47
USB, Speichergerätnummerierung, 395
usb2, 395
USB-Dekodierung, Signalgeschwindigkeit, 559
USB-Drucker, 383
USB-Drucker, unterstützt, 383
USB-Geräteanschluss, 66
USB-Geräteanschluss, Fernsteuerung, 389
USB-Host-Anschluss, 383
USB-Hostanschluss, 66
USB-Hostanschlüsse, 47
USB-Speichergerät, 47
USBSQ-Lizenz, 437
USB-Stick, 47
USF-Lizenz, 437

V

V RMS, FFT-Vertikaleinheiten, 111
variable Persistenz, 168
Vektoren oder Punkte, Wellenformanzeige, 173
Verbindung mit einem PC, 392
Verfolgen von Cursorn, 255
Vergrößern, math. Funktion, 126
Vergrößerung über Null-Linie, 89
Verhältnis, Messungstrend, 128
Verhältnis, X-Cursor-Einheiten, 257
Verhältnis, Y-Cursor-Einheiten, 257
Versandschaden, 29
Versatz, Analogkanal, 96
Verschieben und Zoomen, 72
Verschmutzungsgrad, 429
Verschmutzungsgrad, Definitionen, 430
Vertikale Empfindlichkeit, 46
vertikale Empfindlichkeit, 89
vertikale Position, 89
Vertikale Positionierung, Knöpfe, 46
Vertikale Skalierung, Feineinstellung, 93
Vertikale Skalierung, Knöpfe, 46
Vertikale Vergrößerung, 89
Vertikaleinheiten, FFT, 111
vertikaler Offset, 89
Vertikal-Steuerelemente, 46
Verzerrungen, 109

Verzögerte Zeitbasis, 79
Verzögerungsknopf, 73
Verzögerungsmessung, 267
Verzögerungszeitanzeige, 82
VGA-Videoausgang, 66
Video-Trigger, 204
Video-Trigger, benutzerdefiniert allgemein, 209
VID-Lizenz, 437
VISA-Verbindungszeichenfolge, 411
Visualisierungen, math., 126
Vordefinierte Bezeichnungen, 178
Vorschwingmessung, 267
Vortrigger-Informationen, 74

W

Wählen, Werte, 40
Wartezeit (erneute Triggerbereitschaft), 251
Wave Gen 1/2-Tasten, 45
Wave Gen1/2, 48
WAVEGEN-Lizenz, 437
Webschnittstelle, 411
Webschnittstelle, Zugreifen, 412
wechselnder Flankentrigger, 188
Weißrauschen, Hinzufügen zur Ausgabe des Wellenformgenerators, 359
Wellenform, Cursor verfolgen, 255
Wellenform, Drucken, 383
Wellenform, Intensität, 165
Wellenform, Referenzpunkt, 396
Wellenform, Speichern/Exportieren, 367
Wellenformgenerator, 345
Wellenformgenerator, Arbiträrsignale, 349
Wellenformgenerator, erwartete Ausgangslast, 358
Wellenformgenerator, Wellenformtyp, 345
Wellenformgenerator-Synchronisationsimpuls, 357
Wellenformgenerator-Synchronisationsimpuls, TRIG OUT-Signal, 401
Wellenformtasten, 41
Wellenformtyp, Wellenformgenerator, 345
Werkseinstellungen, 381
Werte auswählen, 40

X

X bei Max Y auf FFT, 268
X bei Max. Y, Messung, 286
X bei Min Y auf FFT, 268
X bei Min. Y, Messung, 286
XY-Modus, 76

Z

Z-Achsen-Dunkeltastung, 79
Zähler, 340
Zähler, ARINC 429-Wörter/-Fehler, 532
Zähler, CAN-Frame, 459
Zähler, FlexRay-Frame, 479
Zähler, UART/RS232-Frame, 556
Zählermessung, 280
Zeit zum Speichern von Daten, 373
Zeit, erneute Triggerbereitschaft, 251
Zeitbasis, 75
Zeitmessungen, 278
Zeitreferenzanzeige, 82
Ziegelwand-Frequenzgang, 234
zonenqualifizierter Trigger, 219
Zoomen und Verschieben, 72
Zoom-Taste, 42
Zubehör, 30, 430, 434, 435
Zurück/Nach oben-Taste, 39
Zurücksetzen des Netzwerkkennworts, 426
Zwei-Kanal-Messungen (Tastkopf N2820A), 268